

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO  
POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN  
LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**Bach. Alex Eli, ARANDA MARRUJO**

**ASESOR**

*Ing. Jerry Marlon DAVILA MARTEL.*

**HUÁNUCO – PERÚ**  
**2019**



UDH  
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
http://www.udh.edu.pe

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

EAP INGENIERIA CIVIL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:15 horas del día 11 del mes de OCTUBRE del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores Nombrados mediante la Resolución N° 1192-2019-D-FI-UDH integrado por los docentes:

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS (Presidente)

MG. MARTIN CESAR VALDIVIEZO ECHEVARRIA (Secretario)

ING. JOSUÉ CHOQUEVILCA CHINGUEL (Vocal)

Para calificar el Trabajo de Suficiencia Profesional intitulada:

"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175kg/cm<sup>2</sup>

....." presentado por el (la) Bachiller Alex Eli Aranda Marruto, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.


Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de SUFICIENTE

Siendo las 18:07 horas del día 11 del mes de OCTUBRE del año 2019 los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal



## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida, guiar mis pasos y por haberme dado una familia hermosa y poner buenos amigos en mí camino y haberme permitido alcanzar esta meta.

A mi madre, a mi padre que son personas que me han ofrecido su amor incondicional, por su apoyo y todo el sacrificio que realizaron para fortalecerme. Los amo y agradezco mucho.

Dedico de manera especial a mi esposa e hija pues ellos fueron el principal cimiento para la formación de mi vida profesional, sentaron en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, gracias por estar ahí alegrando mi vida y llenando de felicidad cada momento.

.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecir mi vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
CAPITULO I .....	13
ASPECTOS DE LA ENTIDAD RECEPTORA .....	13
1.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....	13
1.2. RUBRO.....	13
1.3. UBICACIÓN / DIRECCIÓN .....	13
1.4. Reseña .....	13
CAPITULO II .....	15
ASPECTOS DEL ÁREA O SECCIÓN .....	15
CAPÍTULO III .....	16
IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	16
3.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
3.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
3.1.2.1. Problema general .....	18
3.1.2.2. Problemas específicos.....	18
3.1.3. OBJETIVO GENERAL .....	18
3.1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
3.1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
3.1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.2. MARCO TEÓRICO .....	19
3.2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
3.2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL .....	20
3.2.1.2. A NIVEL NACIONAL.....	23
3.2.1.3. A NIVEL LOCAL .....	24
3.2.2. BASES TEÓRICAS .....	24
3.2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	43
3.2.4. HIPÓTESIS .....	45
3.2.5. VARIABLES .....	45



3.2.6.	OPERACIONALIDAD DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	46
3.3.	MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	47
3.3.1.1.	ENFOQUE: CUANTITATIVO	47
3.3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	47
3.3.1.3.	DISEÑO: EXPERIMENTAL	47
3.3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	48
3.3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	48
CAPITULO IV		50
APORTES PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA		50
4.1.	RESULTADOS	50
4.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	68
CONCLUSIONES		70
RECOMENDACIONES		71
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		72
ANEXOS		73

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°01</b> Malla Normalizadas (Serie Estándar) .....	36
<b>Tabla N° 02</b> Operacionalidad de variables .....	46
<b>Tabla N° 03</b> Recolección de Datos .....	48
<b>Tabla N° 04</b> Dosificación para el ladrillo patrón .....	51
<b>Tabla N° 05</b> Dosificación para el ladrillo experimental .....	51
<b>Tabla N° 06</b> Dosificación para el ladrillo experimental (unidad de ladrillo) ...	52
<b>Tabla N° 07</b> Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo patrón .....	52
<b>Tabla N° 08</b> Medidas de dispersión de los ensayos a los 07 días para las unidades de ladrillo patrón .....	53
<b>Tabla N° 09</b> Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo patrón .....	54
<b>Tabla N°10</b> Medidas de dispersión de los ensayos a los 14 días para las unidades de ladrillo patrón .....	54
<b>Tabla N° 11</b> Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo patrón .....	55
<b>Tabla N° 12</b> Medidas de dispersión de los ensayos a los 28 días para las unidades de ladrillo patrón .....	56
<b>Tabla N° 13</b> Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo experimental .....	57
<b>Tabla N° 14</b> Medidas de dispersión de los ensayos a los 07 días para las unidades de ladrillo experimental.....	57
<b>Tabla N° 15</b> Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo experimental .....	58
<b>Tabla N° 16</b> Medidas de dispersión de los ensayos a los 14 días para las unidades de ladrillo experimental.....	59
<b>Tabla N° 17</b> Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo experimental .....	60
<b>Tabla N° 18</b> Medidas de dispersión de los ensayos a los 28 días para las unidades de ladrillo experimental.....	60

<b>Tabla N° 19</b> Comparación de la resistencia específica del concreto a los 07 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental .....	62
<b>Tabla N° 20</b> Comparación de la resistencia específica del concreto a los 14 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental .....	64
<b>Tabla N° 21</b> Comparación de la resistencia específica del concreto a los 28 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental .....	66



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico N° 01</b> Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 07 días para las unidades de ladrillo patrón .....	53
<b>Grafico N° 02</b> Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 14 días para las unidades de ladrillo patrón .....	55
<b>Grafico N° 03</b> Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 28 días para las unidades de ladrillo patrón .....	56
<b>Grafico N° 04</b> Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 07 días para las unidades de ladrillo experimental .....	58
<b>Grafico N° 05</b> Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 14 días para las unidades de ladrillo experimental .....	59
<b>Grafico N° 06</b> Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 28 días para las unidades de ladrillo experimental .....	61
<b>Grafico N° 07</b> Comparación de la resistencia especifica del concreto a través de 07 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental.....	62
<b>Grafico N° 08</b> Ubicación del valor t dentro de la zona de aceptación al comparar las resistencia específica de los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental en los 07 días.....	63
<b>Grafico N° 09</b> Comparación de la resistencia especifica del concreto a través de 14 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental.....	64
<b>Grafico N° 10</b> Ubicación del valor t dentro de la zona de aceptación al comparar las resistencias especifica de los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental en los 14 días.....	65
<b>Grafico N° 11</b> Comparación de la resistencia especifica del concreto a través de 28 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental.....	66
<b>Grafico N° 12</b> Ubicación del valor t dentro de la zona de aceptación al comparar la resistencia específica de los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental en los 28 días.....	67
<b>Grafico N° 13</b> Diferencia de resistencia de los promedios de las unidades de ladrillo tanto experimental como patrón en el periodo de 28 días .....	68

## INTRODUCCIÓN

Actualmente se han desarrollado diferentes estudios para lograr un aprovechamiento de agregados no convencionales en la elaboración de combinaciones de concreto debido a que la elaboración masiva de concreto ha ocasionado un sobreconsumo de agregados naturales (grava y arena). Estudios previos han desarrollado el efecto en mezclas de concreto de agregados como: fibras de polipropileno, viruta de acero, escoria de fundición, bagazo de caña, estopa de coco y escombros; aprovechando materiales que precedentemente eran arrojados y a su vez mejorando las características del concreto. El presente proyecto estudia la influencia del uso de vidrio molido como agregado sobre la resistencia de un ladrillo de concreto 175 kg/cm<sup>2</sup>.

En el Perú, actualmente la disposición de los diversos desechos generados por la actividad humana se ha convertido en un problema debido a una serie de factores y posibles consecuencias, entre las cuales tenemos: problemas sanitarios, costo de transporte, contaminación, impacto ambiental y desperdicio de recursos materiales en capacidad de ser reutilizados o reciclados. Entre los elementos arrojados, el vidrio siempre está presente en los botaderos, es uno de los materiales que necesita mayor tiempo para su desintegración; por otro lado, el no aprovechar recursos como este implica el uso de combustible, así como la contaminación durante las etapas de extracción, procedimiento, producción, distribución y comercialización; de igual modo es justo mencionar que en temas de impacto ambiental, la extracción de materiales primas y su procesamiento, producen erosión de terrenos, contaminación de aguas superficiales y subterráneas y una cadena de efectos y costos indirectos a ser considerados para aprobar y demostrar su reciclaje.

El presente proyecto de investigación se proyecta en el análisis del uso del vidrio molido como sustituto parcial a los elementos tradicionales utilizados en la elaboración artesanal de ladrillos de concreto, a fin de aprobar su aplicación. Se examinarán las características mecánicas de las unidades para verificar el cumplimiento de los estándares nacionales, a más

de analizar posibles ventajas comparativas, fundamentalmente sobre el impacto en la resistencia al deterioro final.

La aplicación de los ladrillos de concreto es muy frecuente en zonas vulnerables, donde la autoconstrucción con ladrillos de concreto ha llegado a ser la respuesta apropiada y posiblemente, la única vía accesible mediante la cual las familias de muy escasos recursos económicos puedan conseguir un hogar digno.

El Reglamento Nacional de Edificaciones E.070. Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso sea manipulada con una sola mano. Las unidades de albañilería en cuya fabricación se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como elemento principal. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrían ser fabricados de manera artesanal o industrial.

Los ladrillos de concreto es un material muy económico y que tiene un gran aislamiento térmico haciendo estas casas muy acogedoras. El gran problema surge cuando en las construcciones de estas viviendas no se cuenta con asesoría técnica y capacitada por la cual construyen de manera muy informal, haciendo un mal proceso constructivo de la infraestructura y llevándola al colapso ante alguna eventualidad sísmica.

Las casas de ladrillo de concreto bien diseñadas y bien construidas pueden ser, por su simplicidad, duración y costo, la base para resolver el problema de la vivienda, sobretodo la del tipo rural, en los países subdesarrollados como el Perú.



## **RESUMEN**

En la municipalidad distrito de amarilis es un escenario de múltiples peligros debido a la situación de las viviendas que habitan los pobladores de dicho distrito, siendo aproximadamente el 80% de viviendas de material rustico; y el 20% de material noble por las circunstancias socioeconómicas que sufren las personas que viven en este sector rural.

Surge el proyecto de investigación cuya propósito es poner en práctica un ladrillo de concreto donde el cemento será reemplazado en 10% por vidrio molido al 10% y así mismo permitir obtener una óptima consistencia, la que se llevara a cabo según los patrones fijados en el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070 esperando que estas unidades de ladrillo de concreto reemplazado el cemento por vidrio molido al 10% supere la resistencia a la compresión.

La importancia de este proyecto es dar a conocer a la colectividad cuanto puede soportar este nuevo método de preparación y que puedan usar en la edificación de sus hogares, asimismo proporcionar esta alternativa de solución en caso de ocurrir algún evento sísmico.

### **Palabras claves**

Resistencia a la compresión, vidrio molido.

## **ABSTRACT**

In the amarilis district municipality, it is a scenario of multiple dangers due to the situation of the dwellings inhabited by the inhabitants of said district, with approximately 80% of houses of rustic material; and 20% of noble material due to the socioeconomic circumstances suffered by people living in this rural sector.

The research project arises whose purpose is to put into practice a concrete brick where the cement will be replaced in 10% by 10% ground glass and also allow to obtain an optimum consistency, which will be carried out according to the patterns set in the National Building Regulation E-070 hoping that these concrete brick units replaced cement with 10% ground glass will exceed the compressive strength.

The importance of this project is to make known to the community how much this new method of preparation can support and that they can use in the construction of their homes, also to provide this alternative solution in case of any seismic event.

### **Keywords**

Compressive strength, ground glass.

## **CAPITULO I**

### **ASPECTOS DE LA ENTIDAD RECEPTORA**

#### **1.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

Municipalidad distrital de amarilis.

#### **1.2. RUBRO**

Edificaciones.

#### **1.3. UBICACIÓN / DIRECCIÓN**

Geográficamente se ubica dentro de la región semi fluvial en la parte sur de la ciudad de Huánuco, centro sur de la provincia y en la parte centro oriental del Perú. Las coordenadas geográficas son 76°, 14', 25", el clima en general es benigno, mostrando adicionalmente una gran variedad de microclimas que posibilitan una agricultura floreciente y ganadería especializada. Paucarbamba, capital del distrito, se ubica sobre los 1920 m.s.n.m.

#### **1.4. Reseña**

Luego de transcurrido la toma de tierras pasaron dos años de la posesión y los pobladores empezaron los trámites de distritalización de paucarbamba, cuando era agente municipal el sr. Juan Garay Duran. Es así que el año de 1965, las autoridades y dirigentes de la urbanización paucarbamba, inician las gestiones enviando un memorial al congreso de la república; tanto a la cámara de senadores, como a la cámara de diputados y al mismo presidente de la república, solicitando la creación del distrito de paucarbamba. Pero por falta de un buen asesoramiento, los documentos quedan perdidos y en el olvido durante 11 largos años en el congreso de la república. En el año de 1976, se reinician las gestiones para la distritalización de paucarbamba, enviando un memorial ante el gobierno militar del general Francisco Morales Bermúdez. Estos documentos al ingresar a la secretaria general del palacio de gobierno quedan registrado bajo el N° HO – 029 – 954 – B – 76. Posteriormente la dirección general de desarrollo urbano, mediante oficio N° 2296 – 76 del 9 de



noviembre de 1976 manifiesta lo siguiente. El presidente de la comisión nacional de demarcación territorial en su informe N° 7577 del 14 de diciembre de 1977, solicita mayor aclaración acerca del nombre del distrito, el centro poblado para la capital distrital y plano explicativo. Dando cumplimiento a la solicitud de la comisión nacional de demarcación territorial que pide aclarar en torno al nombre del distrito y la capital distrital, el comité pro distritalización y las autoridades de paucarbamba, entre ellos, Alejandro Pérez Morales ( juez de paz), Víctor paz Elías (teniente gobernador) y Tiburcio vacas cabello ( agente municipal), el párroco Ivo Libralato y asesorados por el prestigioso geógrafo huanuqueño Romer Santa María Hidalgo, reunidos en un ambiente de la parroquia santa María de Fátima de paucarbamba y después de varias deliberaciones, optan por darle al nuevo distrito el nombre de amarilis ( seudónimo de la poetisa huanuqueña Jerónima Garay y muchuy viuda de Acuña, basado en la tesis doctoral Milla Batres, sobre la identidad de la poetisa amarilis), y su capital paucarbamba. Seguidamente el año de 1978, la sub. Prefectura cumple con informar sobre los antecedentes solicitados por la comisión nacional de demarcación territorial, según oficio N° 03 – sp – Hco – 78 de fecha 25 de julio de 1978. Así, ante las vicisitudes, siguen pasando los años y llega el segundo gobierno del arquitecto Fernando Belaúnde Terry, ante el cual se realizan los tramites de distritalización. Se efectuaron gestiones también ante el congreso de la república, en ese entonces la cámara de senadores, representado por el ciudadano huanuqueño Mirko Cuculiza Torre. Tal es así que el 1 de junio de 1982 es promulgada la ley N° 23419, oficializándose la creación política del distrito metropolitano de amarilis, con su capital paucarbamba, comprensión de la provincia de Huánuco. En ese entonces la municipalidad provincial de Huánuco encargo en forma transitoria la administración y manejo del funcionamiento de la municipalidad a los dirigentes de la agencia municipal, cuyo cargo lo tenía el profesor Entiquio Jauni Cárdenas. Posteriormente, en elecciones democráticas y por voto popular se elige al primer alcalde, recayendo en la persona del Dr. Julio Armando Ruíz Vázquez (1983 – 1986).

## **CAPITULO II**

### **ASPECTOS DEL ÁREA O SECCIÓN**

La gerencia de desarrollo urbano es responsables de formular y evaluar planes urbanos específicos, de conducir y supervisar los procesos de autorizaciones, certificaciones, adjudicaciones y asentamientos humanos, concernientes al desarrollo urbano dentro del marco de los dispositivos legales aplicables.

#### **FUNCIONES**

Proponer la aprobación y controlar la ejecución de los planes operativos de las unidades orgánicas conformantes de la gerencia de desarrollo urbano.

Conducir y supervisar las actividades vinculadas con la elaboración de planes urbanos específicos, autorizaciones y certificaciones urbanas, adjudicación de tierras, asentamientos humanos, renovación urbana, saneamiento legal y físico de los predios tugurizados con fines de renovación urbana.

Emitir pronunciamiento en relación a los actos administrativos emitidos por las municipalidades distritales que aprueban habilitaciones urbanas, a fin de verificar la adecuación y cumplimiento de los planes urbanos, en cuyo caso otorgará la conformidad correspondiente.

Revisar, proponer, aprobar, visar y/o dar trámite según corresponda, los documentos que de conformidad con sus respectivas funciones, formulen las unidades orgánicas dependientes de la gerencia de desarrollo urbano y sean sometidos a su consideración.

Ejercer acción promotora en el desarrollo de la infraestructura básica de apoyo y mantener la infraestructura urbana y rural.

Proponer normas y procedimientos orientados a mejorar las actividades de la gerencia de desarrollo urbano.

Mantener un archivo catalogado intangible de los planos generales del distrito de amarilis (topográfico, de redes de seguridad públicos, de canalizaciones, de pavimentos, de áreas agrícolas, de terrenos adjudicados, de ubicación de monumentos históricos y artísticos etc.) que sean de interés y necesidad para la ejecución de los planes.

## **CAPÍTULO III**

### **IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

#### **3.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Los eventos de desastres naturales a nivel mundial es muy constante y las consecuencias van más allá del corto plazo, y en ocasiones con cambios irreversibles, tanto en la estructura económica, social y ambiental. En el tema de los países industrializados los desastres provocan pérdidas de vidas limitadas, gracias a la disponibilidad de sistemas efectivos de alerta temprana y evacuación, así como un mejor proyecto de progreso urbano y códigos de disposición más estrictos.

Es por ello que se planteó una solución de mitigar los desastres con nuevos materiales reciclables como el vidrio molido un cierto porcentaje para reemplazar al cemento; dando así una mejor resistencia en cuanto a la fabricación de ladrillos de concreto. Actualmente la comunidad demuestra un acatamiento frívolo hacia el medio ambiente, el asunto de la basura arrojada en zonas que no están contempladas crece al igual que el habitante va llevando una existencia despreocupada, la superioridad de nosotros utilizamos zonas no idóneas para esparcir los desechos dentro de lo cual se encuentra el vidrio. Un 9% es vidrio sódico cálcico (fuente: diario La república) que es el vidrio más común, utilizado para hacer ventanas, lentes, botellas, entre otros, el cual se encuentra en la basura, este problema aqueja a la población debido que a veces utilizamos ríos u orillas como vertederos clandestinos arrojando los desperdicios y contribuyendo inconscientemente con la contaminación ambiental. Por ello se necesita realizar el reciclaje de vidrio y emplearlo en otro aspecto dándole un mejor uso y sobre todo obteniendo un beneficio del material y a la vez amilando el impacto negativo hacia el medio ambiente.

Estudios certeros del ingeniero civil y ambiental Parviz Soroushian de la Universidad de Michigan (MSU) en EE.UU. indican que el vidrio puede ser reutilizado dándonos un increíble beneficio mezclándolo con el cemento, arena, piedra y agua, obteniendo un concreto con mayor grado de resistencia a la compresión, más durable y menor grado de absorción, en su estado

endurecido, no obstante originando un óptimo recubrimiento para el acero y del mismo modo una superestructura sumamente más rígida.

➤ **Población Rural:**

Actualmente según encuesta del comercio-ipsos, el 50% de la población considera que el Perú está nada preparada para enfrentar la alta exposición a fenómenos naturales entre ellos los sismos con un alto potencial destructivo; en ese sentido, el número de muertes suele ser elevado por cuanto afecta en mayor medida a grupos de población más pobres y vulnerables. Y sin duda uno de los impactos más comprometedores es el deterioro de las condiciones de vida de la población. En nuestro País el uso de ladrillo de concreto es muy común en zonas rurales, donde la autoconstrucción con ladrillo de concreto ha demostrado ser la respuesta apropiada y quizás, la única vía posible mediante la cual las personas de muy escasos recursos económicos puedan adquirir una casa digna.

➤ **Realidad Problemática en Amarilis**

Actualmente el estado de las viviendas rurales en la zona del distrito de amarilis, son preocupantes ya que las condiciones de salubridad, funcionalidad, hacinamiento y problemas consecuentes requieren una intervención urgente a fin de evitar la propagación de enfermedades infecto-contagiosas y además concientizar a los pobladores con nuevos hábitos de vida e higiene mediante su participación directa en este proyecto. La prevención de futuros desastres mediante la intervención directa en las viviendas es entonces la mejora funcional de la vivienda y evitar de esta manera problemas económicos.

Para ello la capacitación a la población que utilicen adecuadamente los espacios de las viviendas mejoradas y para que se motiven a incorporar nuevas técnicas de albañilería.

### **3.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **3.1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto de la sustitución del 10% del cemento por el vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175 kg/cm<sup>2</sup>?

#### **3.1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo pasar el vidrio molido la malla N° 200?
- ¿Cuál es la relación agua / cemento de mezcla para la elaboración de los ladrillos patrón y experimental?
- ¿Cuál es la resistencia de ladrillos de concreto a los 7, 14 y 28 días de curado sumergido en agua tanto del ladrillo de concreto patrón como el experimental?

#### **3.1.3. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar el efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **3.1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obtener el vidrio molido que pase la malla N° 200.
- Determinar la relación agua / cemento de mezcla para la elaboración de los ladrillos patrón y experimental.
- Determinar la resistencia de ladrillos de concreto a los 7, 14 y 28 días de curado sumergido en agua tanto del ladrillo de concreto patrón como el experimental y comparar resultados.

#### **3.1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación es importante porque, se busca determinar la resistencia de unidades de ladrillo de concreto sustituyendo cemento por vidrio molido al 10%, el que beneficiaran a la población de las zonas rurales del distrito de amarilis; y así comparar con el método de elaboración tradicional, asimismo implementar en esta zona rural un nuevo proceso constructivo; y analizar su resistencia a la compresión producto de un fenómeno sísmico que pueda afectar a las viviendas de la zonas rurales del distrito y en qué medida se podría aplicar a fin de atenuar los desastres. La importancia de la investigación radica en que, con el uso de este método, se pueda obtener una vivienda de ladrillos de concreto con mejor comportamiento que el tradicional, frente a un sismo severo. Ello es

posible debido a la sustitución de cemento por vidrio molido al 10% para la fabricación de ladrillos de concreto que hará que este tipo de vivienda tenga mejor resistencia y que a pesar de colapsar la edificación, la vida humana quede a salvo. Así mismo en el ámbito económico la importancia de esta investigación, es que contribuirá a la reducción de pérdidas materiales, y así sea menor los costos de reparación de las viviendas en caso de ocurrir un desastre sísmico, por otro lado en el ámbito social contribuye a orientar a las familias y a la sociedad en la prevención e implementación de medidas adecuadas; así como llegar a conclusiones valiosas y aportes que podrán ser tomadas en consideración por investigaciones futuras.

En el ámbito ambiental al instigar las problemáticas ambientales generales existentes en nuestra localidad, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que el vidrio es desechado de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos que se puede dar a este material.

#### **3.1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- **Lugar.-** La investigación se enmarca al estudio del distrito de amarilis.
- **Tiempo.-** Escaso para el desarrollo y realización de este proyecto porque se dispone solo de un corto tiempo.
- **Financiamiento.-** Con lo que respecta a las visitas de campo para obtener datos más confiables será financiado por el investigador.

#### **3.1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación presentada si es viable porque cuenta con laboratorios que puedan realizar análisis y estudios, además se tiene el apoyo de los asesores del proyecto de investigación.

### **3.2. MARCO TEÓRICO**

#### **3.2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Los antecedentes referidos al estudio de investigación, después de haberse realizado la búsqueda bibliográfica estuvo orientada a determinar a aquellas Instituciones o Investigadores que han efectuado estudios relacionados con las propiedades de vidrio molido y resistentes en

construcciones de ladrillo de concreto, quienes de alguna manera contribuirán a su desarrollo y para lo cual se señala a continuación:

### **3.2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL**

Peñafiel Carrillo Daniela Alejandra (2016), “análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino”. La investigación tiene como objetivo general:

Analizar la resistencia a compresión de probetas cilíndricas de hormigón dosificadas para un  $f'_{c}$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> empleando en su composición vidrio reciclado molido en granulometrías adecuadas reemplazando parcialmente al agregado fino. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

Al procesar el vidrio reciclado de botellas previamente desinfectadas, mediante una máquina trituradora de mandíbula, se obtuvo un material cuya curva granulométrica permitió aceptarlo como material adecuado para la elaboración de hormigón en reemplazo parcial de la arena, debido a que la curva se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma inen 872, ajustándose a los límites mejor que la arena proveniente de la mina maricela en el cantón mera, esto se debe a que el vidrio al ser procesado de acuerdo a ciertos requerimientos permite obtener una adecuada distribución granulométrica.

Se obtuvo un módulo de finura del vidrio molido de 3.226 correspondiente al límite inferior de arenas gruesas, mientras que en la arena se determinó un módulo de 2.226 tendiendo al límite superior de arenas finas. Con esto el vidrio molido y la arena de la mina en cuestión se complementaron adecuadamente para conformar el agregado fino en el hormigón.

El empleo de vidrio molido en la elaboración de hormigón ofrece algunas ventajas y beneficios como reducir la materia orgánica, que en el caso de la arena empleada en el estudio está presente al ser un material proveniente del lecho del río Pastaza, las impurezas se pueden reducir en el vidrio reciclado al darle un adecuado tratamiento de desinfección, proporcionando mejor reacción con los 84 distintos componentes como el



cemento y el agua; Mejora la resistencia a la humedad otorgándole al hormigón mayor durabilidad.

Almeida Beltrán Johana Belén y Trujillo Vivas Carolina Rebeca (2017), “principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones”, La investigación tiene como objetivo general:

Analizar los principios de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

La elaboración del hormigón con vidrio triturado presenta varios beneficios y ventajas al ser un material reciclado reduce la explotación de agregados en este caso la arena y la contaminación del medio ambiente, el vidrio puede tardar hasta 4000 años en degradarse además de ser un elemento que no contiene material orgánico con el procedimiento adecuado de desinfección, a diferencia de la arena que puede contener pequeñas cantidades siendo perjudicial para las propiedades del hormigón.

La trabajabilidad de la mezcla de hormigón con el remplazo parcial de la arena por el vidrio triturado mejora sutilmente conforme se aumenta el porcentaje de vidrio al tener esta propiedad de ser impermeable, a diferencia de la arena que absorbe el excedente de agua. El asentamiento de las mezclas con vidrio triturado varía ligeramente conforme se aumenta el porcentaje de vidrio esto es por el excedente de agua liberada que no es absorbida por los demás materiales.

En todos los casos se obtuvo el asentamiento de diseño  $8\text{cm} \pm 2\text{cm}$  según lo que establece la norma INEN. La resistencia se ve incrementada conforme aumenta la edad del hormigón, tanto en el convencional como los de la inclusión de vidrio, debido a que al usar este material este sigue el fenómeno físico de endurecimiento que el cemento y la adherencia aumenta conforme pasa el tiempo por la liberación de agua que no es absorbida por el vidrio.

Al utilizar el hormigón elaborado con vidrio triturado se pueden reducir los índices de impacto ambiental que actualmente está sufriendo nuestro planeta, además de mejorar la calidad de las estructuras proveyendo seguridad a sus habitantes.

Catalán Arteaga Carlos Javier (2013), “estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado h15, h20, y h30”, La investigación tiene como objetivo general: Estudiar la influencia de la adición de vidrio sobre la resistencia mecánica del hormigón, de grados H15, H20 y H30. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

Dado que la absorción de agua es prácticamente nula en el vidrio, se puede disminuir la cantidad de agua necesaria, para un determinado descenso del cono.

La incorporación del vidrio en la mezcla de hormigón permite la reutilización de dicho material, considerando que una gran cantidad de vidrio de desecho es tirado directamente a la basura. Con esto se estaría realizando un aporte a la disminución de volúmenes de desechos sólidos acopiados en vertederos autorizados y clandestinos, además de reducir los costos asociados a la producción de hormigón, en relación a la extracción de áridos.

En el proceso de triturado y manipulación del vidrio en este estudio, se pudo apreciar en el vidrio un comportamiento similar al cemento en condiciones de tamaño parecido, en presencia de humedad. En estudios anteriores respecto a este tema, se han observado propiedades puzolánicas en el polvo de vidrio, lo cual no fue objeto de este tema, pero bien puede abrir la posibilidad a estudios posteriores.

El contenido de materia orgánica en el vidrio es despreciable, siempre y cuando se le dé un tratamiento adecuado de limpieza, previo a su incorporación en la mezcla de hormigón, lo que se traduce en una mayor estabilidad físico-química a reaccionar con distintos agentes presentes ya sea en el agua de amasado, o en el cemento mismo.

Existe una tendencia, aunque en este caso ligero, a un aumento en la resistencia del hormigón, al incluir un 10% de vidrio en la mezcla, lo que corrobora estudios anteriores referentes al tema. Al incluir un porcentaje mayor en la mezcla, se tiende a una disminución de la resistencia, lo cual se explica en la naturaleza como material frágil del vidrio, en detrimento de la ductilidad deseada en hormigones.

### 3.2.1.2. A NIVEL NACIONAL

García Chambilla Bleger Freddy (2017), “efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de puno”, La investigación tiene como objetivo general: Evaluar la resistencia a la compresión del concreto normal  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>. La investigación llego a las siguientes conclusiones:

Incorporando fibras de vidrio en porcentajes de 0.025%, 0.075% y 0.125%, la resistencia a la compresión es superior al concreto normal, en todos los grupos de control y el costo de producción disminuye.

La incorporación de 0.025%, 0.075% y 0.125% fibra de vidrio en el concreto normal  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> incrementa la resistencia a la compresión en 6.65%, 2.26% y 1.26% respectivamente, por ende mejora la resistencia a la compresión, aceptándose la hipótesis general planteada.

La incorporación de 0.025% fibra de vidrio en el concreto normal  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye el costo de producción en 2.94%.

Cabrera Barboza Luz Katherine (2014), “comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca”, la investigación tiene como objetivo general: Comparar la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado. La investigación llego a las siguientes conclusiones:

Los agregados de la cantera Chávez cumplen con los husos granulométricos establecidos en la norma NTP 400.012, verificándose que pueden ser utilizados en la fabricación de los adoquines.

El vidrio al tener una granulometría similar al agregado grueso, constituye un buen sustituto de éste, permitiendo tener una distribución continua y adecuada en la mezcla. Entre los adoquines fabricados con un porcentaje de vidrio, se puede afirmar que aquéllos con un 25% y 50 % de vidrio de grano grueso presentan una mayor resistencia que aquellos sin vidrio. Los adoquines con un porcentaje de vidrio cumplen con el porcentaje de absorción establecido en la norma NTP 399.611.

Al adicionar vidrio a la mezcla se genera un efecto positivo sobre la resistencia a la compresión axial.

Ruíz Fernández Deisy Maricela (2015), “influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca”, La investigación tiene como objetivo general: determinar la influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

La hipótesis planteada se cumple, pues con la adición de vidrio triturado, se logra incrementar la resistencia a compresión axial del ladrillo de arcilla artesanal en un porcentaje de 10%.

De la comparación realizada de la resistencia a compresión de un ladrillo de arcilla artesanal, adicionando vidrio triturado, se logró determinar que entre los (05) porcentajes utilizados, la máxima resistencia se logró adicionando 10% de vidrio triturado con una resistencia de 97.74 Kg/cm<sup>2</sup>.

Se logró elaborar los ladrillos de arcilla artesanales añadiéndolo 5%, 10%, 15%, 25% y 50%, viendo que el 10% de vidrio triturado le da mayor resistencia a compresión al ladrillo en cambio el de 50% disminuye la resistencia a compresión.

Se analizó las propiedades físicas como son: 42.38% de límite líquido, 2.54% límite plástico, 19.83% de índice de plasticidad, 9.614 de contenido de humedad, así también la realización de la granulometría, de acuerdo a este análisis la materia es clasificada como un CL.

### **3.2.1.3. A NIVEL LOCAL**

No existe estudio específico sobre el tema, pero en los laboratorios de pruebas se cuenta con registros de la resistencia promedio a las fuerzas de compresión al concreto específicamente en ladrillos de concreto.

### **3.2.2. BASES TEÓRICAS**

Los ladrillos de concreto, son unidades pre moldeadas, y están dentro de la calidad de mampuestos que en obra se manejan a mano, y son especialmente diseñados para la albañilería confinada y armada.

Los ladrillos de concreto se utilizan en la construcción de muros de viviendas (exteriores e interiores), parapetos. La albañilería confinada con

ladrillos de concreto, de modo parecido que cuando se utiliza ladrillo de arcilla, requiere de elementos estructurales de confinamiento. En el tema de albañilería armada con unidades de concreto, se colocan aceros de refuerzo vertical normalmente repartido, a lo largo del muro, en los alveolos de las unidades; por su parte, el acero de refuerzo horizontal, cuando se necesite, se colocan en las juntas pudiendo, los ladrillos, mostrar o no detalles para su colocación.

El beneficio con este tipo de unidades de albañilería es que por sus medidas que proporciona un ahorro en el tiempo de realización, en el empleo de mano de obra y en la dosis de mortero esencial, lo que lleva a una rebaja del precio de fabricación, además disminuye el número de juntas.

El reglamento nacional de edificaciones E-070, se designa ladrillo a las unidades cuyo volumen y peso permite que sea manipulable con una sola mano. Lo que nos indica el reglamento, son ladrillos en cuya fabricación se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Las albañilerías de concreto serán empleadas posteriormente de alcanzar su resistencia especificada y su solidez volumétrica. Para el asunto de unidades curadas con agua, el periodo mínimo para ser empleadas será de 28 días.

#### **3.2.2.1. Características del ladrillo:**

Las unidades de concreto son económicos, livianos, acústicos, impermeables, resistentes al fuego, durables y apto de soportar cargas pesadas.

La unidad de albañilería, tiene en la resistencia a compresión, como una característica mecánica muy imprescindible porque se relaciona con la resistencia del muro; cuando más alta sea la resistencia de la unidad de albañilería, incrementa equitativamente la resistencia del componente estructural. Las características físicas tales como la geometría, la densidad, la absorción y la eflorescencia, de igual forma afectan en la resistencia del componente estructural; otros elementos relacionados al procedimiento constructivo como el desplome con la verticalidad y la particularidad del peso actuante, que crearan momentos flexionantes en sentido ordinario a su plano, disminuirá la resistencia comparativamente a una sección sujeta a carga axial simple.

Es necesario dosificar muy cuidadosamente la cantidad de agua en la mezcla, para que ésta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda. En el primer caso se corre el riesgo de desmoronamiento del ladrillo recién elaborado; en el segundo, que el material se asiente desproporcionada la geometría del ladrillo. Las alteraciones de textura pueden obtenerse controlando la granulometría del agregado y por medio de otras acciones, lo que permite lograr texturas superficiales finas, medias o gruesas.

Según la NTP 331.017, los ladrillos se hallaran libres de anomalías, imperfecciones y tratamientos superficiales, incluyendo recubrimientos, que pudieran obstaculizar con la apropiada ubicación del ladrillo o estropear significativamente la resistencia o el desempeño de la construcción.

### **3.2.2.2. Propiedades de los ladrillos:**

Las características fundamentales de las unidades de albañilería deben comprenderse en su asociación con el producto concluido, que es la albañilería. Se pueden segmentar en dos clases mayores:

#### **a. Características físicas relacionadas a la estética del material:**

- Color: Depende de su formación química de la materia prima y de la cuidadosa forma de curado.
- Textura: Es el efecto en la superficie o la apariencia que presenta la unidad como resultado de la forma de elaboración.

#### **b. Propiedades ingenieriles:**

Algunas características físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto que son las siguientes:

Relacionadas con la resistencia estructural:

- **Resistencia a la compresión:** características mecánica que le permite al ladrillo resistir a compresión.
- **Variabilidad dimensional** con relación a la unidad nominal, o mejor con relación a la unidad promedio y, fundamentalmente, a la variación de la altura de la unidad.
- **Alabeos:** medidos como concavidades o convexidades en las superficies de asiento.
- **Absorción:** característica física que hace alusión a la cualidad de conservar un elemento (agua) en estado líquido.

**c. Compacidad:**

Al vibrar el concreto se emplea una cantidad de agua mayor a la que el cemento necesita para su excelente hidratación y que es muy inferior al volumen de agua empleado normalmente. Absorbida el agua de combinación por el cemento, la cantidad restante, y que se incluye exclusivamente para dar trabajabilidad al concreto, tiende a evaporarse, dejando de ese modo una gran cantidad de poros, resultando un concreto con una compacidad más o menos acusada, según sea la cantidad de agua evapora. Esta situación trae como exigencia la necesidad de disminuir en lo posible la cantidad de agua en el mezclado con el fin de adquirir un concreto de gran compacidad.

**d. Impermeabilidad:**

La impermeabilidad de un concreto es función de su compacidad. La granulometría juega un papel muy fundamental en la impermeabilidad. Con una granulometría continua y un elevado dosaje de cemento, complementados por una energía vibración, se adquiere un concreto altamente impermeable. La absorción de humedad del concreto es aproximadamente la mitad de lo equivalente al concreto común.

**e. Resistencia mecánica:**

La resistencia mecánica del concreto es posiblemente el agente más trascendental dentro de las características del mismo. La resistencia del concreto se ampliara significativamente si se utiliza una oscilación intensa.

**f. Resistencia a la abrasión y congelamiento:**

La resistencia del concreto a las acciones forzadas se deriva de su propia compacidad; la resistencia al deterioro es superior. Otra ventaja es su resistencia a las heladas por tener menos agua de mezclado y ser más compacto.

**g. Desmolde rápido:**

En la elaboración de componentes de concreto puede obtener un desmolde rápido si el concreto es de granulometría adecuado y se ha mezclado con poca agua.

### 3.2.2.3. Clasificación de los ladrillos

De acuerdo a sus propiedades, el reglamento nacional de edificaciones E-070, clasifica al ladrillo en cinco tipos:

- Tipo I: resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en situaciones de servicio con exigencias mínimas.
- Tipo II: resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en situaciones de servicios moderadas.
- Tipo III: resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso frecuente.
- Tipo IV: resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en situaciones de servicio rigurosas.
- Tipo V: resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en situaciones de servicio especialmente rigurosas.

La norma técnica peruana 331.017 (2003), clasifica a los ladrillos de arcilla, en cuatro tipos, tal como sigue:

- **Tipo 21:** para uso donde se requiera alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.
- **Tipo 17:** para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.
- **Tipo 14:** para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.
- **Tipo 10:** para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

### 3.2.2.4. Materia prima:

#### 3.2.2.4.1. Materiales componentes del concreto:

##### 3.2.2.4.1.1. Cemento portland:

**a) Definición:** El cemento es un agregado formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la trituration entre estas rocas es llamada clinker, esta se transforma en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la característica a esta mezcla para que pueda fraguar y fortificarse.



- ✓ **Clinker:** Es un producto artificial obtenido de la calcinación a elevadas temperaturas ( $1400 - 1450^{\circ}\text{C}$ ) de la mezcla en proporciones específicas de polvo de rocas arcillosas y calizas, obteniéndose módulos de varios tamaños usualmente  $\frac{1}{4}$ " a 1" de diámetro de color negro característico, reluciente y duros al enfriarse.

**b) Materias primas utilizadas en la producción del cemento portland:**

Los dos materiales principales con que se fabrica el cemento portland son: la piedra caliza y arcilla.

**c) Producción del cemento portland:**

Las materias primas, delicadamente trituradas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principios de la fusión ( $1400-1450^{\circ}\text{C}$ ), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden alcanzar a medir más de 200m de extensión y 5.50m de diámetro. El clinker en bajas temperaturas y triturado a partículas muy finas, es lo que construye el cemento portland comercial. Durante la trituración se añade una pequeña dosis de yeso (3 o 4 %), para normalizar la fragua del cemento.

**d) Estructura química del cemento portland:**

Como el cemento es una composición de muchos agregados, resulta impráctica su representación con una fórmula y química no obstante los compuestos químicos establecidos por primera vez por Le Chatelier en 1852, son los que definen el procedimiento del cemento hidratado.

Hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento y son:

- Silicato tricàlcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) C3S
- Silicato dicàlcico ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) C2S
- Aluminio tricàlcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) C3A
- Aluminio ferrita tricalcica ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) C4AF

Cada uno de los cuatro compuestos principales del cemento portland contribuyen en el comportamiento del cemento, cuando pasa del estado plástico al endurecido después de la hidratación.

✓ **Silicato tricàlcico (C3S):**

Este compuesto químico define la resistencia inicial y tiene incidencia directa en el calor de hidratación.

✓ **Silicato dicálcico C2S:**

Este compuesto define la resistencia a largo plazo, teniendo menos incidencia en el calor de hidratación.

✓ **Aluminio tricálcico C3A:**

Este compuesto por sí solo no incide en la revista del cemento, pero en combinación con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso de 3% a 6% para controlarlo.

✓ **Aluminio ferrita tricalcica C4AF:**

Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y en menor incidencia en el calor de hidratación.

✓ **Oxido de magnesio (MgO):**

Este componente tiene importancia para contenidos mayores del 5% pues genera problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.

✓ **Oxido de potación y sodio (K<sub>2</sub>O5NaO):**

Son más importantes estos álcalis cuando entran en contacto con cierto tipo de agregados produciéndose reacciones químicas generando expansiones en los cementos y morteros.

✓ **Oxido de magnesio y titanio (Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>)**

El primero no tiene importancia específica en las características del cemento, salvo en su colocación, que tiende a ser marrón si se tiene contenidos mayores al 3% y se ha observado que para contenidos mayores del 5% existe disminución de las resistencias a largo plazo. El segundo componente influye en la resistencia, disminuyéndola para contenidos mayores del 5%.

**e) Características del cemento portland:**

El cemento portland es un polvo de tono gris, más o menos verdoso. Se comercializan en bolsas selladas que tienen un peso neto de 42.5kg. Y un pie cúbico de capacidad. En aquellos casos en que no se conozca el equivalente real se considerará para el cemento un peso específico de 3.12.

**f) Tipos de cemento portland y sus aplicaciones:**

Los cementos portland, se producen en cinco tipos cuyas características se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de normas para el cemento portland (C-150) tenemos:

➤ **Cemento portland tipo I:**

Es el cemento destinado a obras de concreto de uso general, donde no se requiere de propiedades especiales. Es el cemento que se utilizó para el desarrollo de la tesis de investigación.

**3.2.2.4.1.2. Agua:**

**a. Definición:**

El agua es un componente primordial para la hidratación del cemento y el proceso de sus características, por lo tanto este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin causar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto. El agua de combinación en el concreto tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para ayudar a la trabajabilidad del mezclado.
- Procurar la disposición de vacíos necesarios en la pasta para que los productos de hidratación tengan zonas para desarrollarse.

También deberá hacerse un prueba de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, elaborando unidades con agua destilada o potable y con el agua cuya calidad se quiere estimar, considerándose como provechosas aquellas que visualicen una resistencia mayor o igual a 90% que la del concreto realizado con agua potable.

Un procedimiento apresurado para estimar la presencia de ácidos en el agua, es por intermedio, de un papel tornasol, el que sumergido en agua acida tomara un tono rojizo. Así mismo para establecer la presencia de yeso u otro sulfato es por intermedio de cloruro de bario; se filtra el agua (unos 50 grs) y se le incorpora varias gotas de ácido clorhídrico; luego más gotas de solución de cloruro de bario, si se forma un precipitado blanco (sulfato de bario) es señal de presencia de sulfatos.

Esta agua debe entonces mandarse a examinar en un laboratorio para saber su concentración y ver si está adentro del rango permisible.

Deberá entenderse que estos ensayos rápidos no pueden reemplazar a los de laboratorio, y solo se utilizan para tener indicios que posteriormente se comprobara en un laboratorio competente.

**b. Agua recomendable:**

No existe una muestra decisiva en cuanto a las limitaciones en la estructura química que debe asumir el agua de mezcla, ya que inclusive aguas no aptas para el consumo humano sirven para elaborar concreto y por otro lado debe sujetarse mucho del tipo de cemento y las impurezas de los demás componentes.

Como dato interesante, es una certeza que en el Perú muy pocas “aguas potables” cumplen con las limitaciones nominales indicadas, sobre todo en lo que se refiere a los contenidos de sulfatos y carbonatos, sin embargo son aptas para el consumo humano y de igual manera para el concreto.

**3.2.2.4.1.3. Agregados:**

**a) Definición:**

Se manifiesta como agregados al mezclado de granos inorgánicos obtenidos o producidos a partir de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas, cuyas proporciones están comprendidas entre los límites estandarizados en la NTP 400.011.

Llamados también áridos, son materiales inertes que se mezclan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua produciendo los concretos y morteros.

**b) El Agregado en el concreto:**

El concreto es una masa endurecida de materiales heterogéneas como son el cemento, el agua y los agregados y a veces algunos aditivos; de estos materiales el que en mayor proporción interviene en la formación del concreto son los agregados, material que no se puede considerar como un simple relleno sino que su selección y empleo debe de estar de acuerdo con las normas establecidas, ya que las proporciones del concreto dependen de las características de los agregados también. Los agregados ocupan frecuentemente de 60% a 75% del volumen del

concreto (70% a 85% en peso), e influyen notablemente en las características del concreto cuando este es recién mezclado y endurecido, en las proporciones de la mezcla, y en la economía.

**c) Función del agregado en el concreto:**

Las tres principales funciones del agregado en el concreto son:

- ✓ Proporcionar una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de deterioro o de intemperismo, que puedan proceder sobre el concreto.
- ✓ Reducir los cambios de espesor resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento; de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta.
- ✓ Suministrar un saturado natural de inferior precio apropiado a la pasta, reduciendo el contenido de esta por unidad de volumen y por lo tanto, tener un costo por unidad de volumen de concreto no elevado.

**d) Función del agregado en el concreto:**

Además de la consideración de la composición mineral y las características superficiales de las partículas de agregado, la buena gradación granulométrica de estos agregados es de vital importancia en el diseño e interacción de la mezcla ya que esta propiedad así como la superficie específica, módulo de fineza y tamaño máximo influyen fundamentalmente sobre las propiedades de concreto en su estado no endurecido y maximiza la densidad logrando una reducción de vacíos con la que se estaría optimizando el concreto.

**e) Materiales perjudiciales al concreto contenidos en los agregados:**

Los límites permisibles son:

Arcilla 0.25%

Partículas blandas 5%

Materias más finas que la malla N ° 200.

Carbón y lignito 1%

**f) Agregados para concreto de diversos pesos unitarios:**

Una característica primordial del concreto es su peso unitario, porque es el indicador de las características que a su vez influyen decisivamente en el ejemplo que se le da. Como es innegable, dicha característica del

concreto depende principalmente del peso específico de los agregados que lo integran.

Las clases de concreto según su peso unitario son:

- ✓ **Baja densidad:** Son concretos de baja densidad cuyo peso varía entre 300 - 800 Kg/m<sup>3</sup>, dicho concreto es usado para aislamiento termico y acústico de muy baja resistencia (menos de 70Kg/cm<sup>2</sup>).
- ✓ **Ligero intermedio:** Son concretos de peso ligero intermedio que varía entre 800-1400 kg/m<sup>3</sup>, dicho concreto no es de uso estructural, de baja resistencia (de 70 a 175 kg/cm<sup>2</sup>).
- ✓ **Ligero estructural:** Son concretos ligeros cuyo peso varía entre 1400-1900 Kg/m<sup>3</sup>, dicho concreto es de uso estructural de mediana y alta resistencia (de 175-500 Kg/cm<sup>2</sup>).
- ✓ **Peso normal:** son concretos normales, cuyo peso varía desde 2200-2500Kg/m<sup>3</sup>, el cual puede ser de uso no estructural, desde muy baja hasta alta resistencia (de 500 hasta 1200 Kg/cm<sup>2</sup> e inclusive más).
- ✓ **Pesado:** son concretos cuyo peso varía entre 2600-5500 Kg/m<sup>3</sup> y es usado frecuentemente para blindaje contra radiaciones, contrapesos de puentes levadizos y otras aplicaciones especiales, con diversos requisitos de resistencia.

#### **g) Tipo de agregados**

##### **A. Agregado fino:**

#### **Definición:**

El agregado fino es un material que se obtiene de la desintegración natural o artificial de otros agregados de mayor tamaño. Está comprendido por todos tamaños que pasan por la malla 3/8" y quedan retenidas en la malla N° 200. Para ser utilizado en la proporción de concreto deberá cumplir con ciertas propiedades físicas controladas por normas de calidad.

#### **Propiedades físicas del agregado fino:**

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones de las normas técnicas peruanas NTP.

La determinación de estos requisitos denominados propiedades físicas nos permitirán obtener valores que serán utilizadas para los diseños de mezclas de concretos a estudiar. Las propiedades físicas a determinar son: peso

específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, porcentaje de finos que pasa la malla N°200, contenido de humedad y absorción. A continuación presentamos las propiedades físicas estudiadas.

- **Peso específico** (N.T.P 400.022 / A.S.T.M C-128)

Peso específico de masa; es la relación del peso al aire de un volumen unitario de un agregado incluyendo los vacíos al peso en aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada, se puede emplear agua potable libre de gas a la temperatura establecida. Se usa en los diseños de mezclas y en la determinación del peso sólido y volumen absoluto. La norma ASTM C-128 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado fino.

Teniendo comúnmente el siguiente rango para concretos normales: peso unitario de 2200 kg/m<sup>3</sup> a 2550 Kg/m<sup>3</sup> y un peso específico de los agregados de 2.4 gr/cm<sup>3</sup> a 2.8 gr/cm<sup>3</sup>. Peso específico aparente; es la relación del peso en aire de volumen unitario de un agregado al peso en aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada o agua potable libre de gas a la temperatura establecida.

Es necesario para la dosificación de la mezcla, para el cálculo de los volúmenes absolutos del material.

- **Peso unitario** (N.T.P 400.0172 / A.S.T.M C-29)

El peso unitario de un agregado es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, considerando los vacíos que se encuentran en su interior; se expresa en kilogramos por metro cubico. El peso unitario se expresa en dos formas: el suelto y el compactado.

- ✓ **Peso unitario suelto:**

El agregado se llena continuamente hasta completar un volumen establecido sin ningún tipo de compactación.

- ✓ **Peso unitario compactado:**

El agregado se llena en tres partes iguales, aplicando compactación por validación por varillado a cada capa de acuerdo a la especificación de la norma. El peso unitario está influenciado por su:

- Gravedad específica.
- Granulometría.
- Perfil y Textura superficial.

- Condición de humedad.
- Grado de compactación de masa.

✓ **Granulometría** (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33)

Esta propiedad caracteriza al agregado en base a la densidad de tamaños de sus partículas que lo conforman. Para esta caracterización de tamaños debe analizar mediante su separación en 7 fracciones, cribándola a través de las malla normalizadas como “serie estándar” cuyas aberturas se duplican sucesivamente a partir de la más reducida que es igual a 0.150mm (ASTM N° 100) y cuyo procedimiento de ensayo está dado por la norma indicada. La importancia de esta propiedad es que de acuerdo a la forma como están distribuidos sus tamaños tienen influencia directa sobre el comportamiento del cemento fresco y endurecido.

**Requisitos granulométricos:**

**Tabla N°01** Malla Normalizadas (Serie Estándar)

<i>Malla</i>		<i>% que pasa</i>
<i>3/8''</i>	<i>9.5mm</i>	<i>100</i>
<i>N°4</i>	<i>4.75mm</i>	<i>95-100</i>
<i>N°8</i>	<i>2.36mm</i>	<i>80-100</i>
<i>N°16</i>	<i>1.18mm</i>	<i>50-100</i>
<i>N°30</i>	<i>600um</i>	<i>25-60</i>
<i>N°50</i>	<i>300um</i>	<i>10-30</i>
<i>N°100</i>	<i>150um</i>	<i>0</i>

**Fuente:** Norma ASTM C-33. Granulometría

✓ **Superficie específica:**

Se define como la suma total de las áreas superficial por unidad de peso del agregado fino. Se asume generalmente para fines de cálculo y simplificación que todas las partículas son de forma esférica, y además que el diámetro es el promedio entre los 2 tamices: el inferior y el superior inmediato, lo cual introduce error, además que no tiene el sustento experimental del módulo de fineza, por lo que no se usa mucho salvo a nivel de investigación.

✓ **Módulo de fineza** (N.T.P 400.011 / A.S.T.M C-125)

Siendo igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas de la serie estándar, el valor del módulo de fineza para la fabricación del concreto debe estar comprendido entre  $2.30 \leq m.f. \leq 3.10$ . Las arenas que presentan un m.f.



inferior a 2.30 se consideran demasiadas finas e inconvenientes para el concepto porque suelen requerir mayor consumo de cemento, lo cual repercute en el aspecto económico y en los cambios volumétricos. Si son mayores a 3.10 resultan demasiados gruesos y también se les juzga inadecuada ya que producen mezclas ásperas y segregables. El módulo de finura del agregado fino se calcula mediante la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: N°4, 8, 16, 30, 50 y 100, dividiendo entre 100; del ensayo granulométrico.

De la forma siguiente:

**Figura N° 01** Módulo de fineza

$$M.F = \frac{N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

**Fuente:** N.T.P 400.011 / A.S.T.M C-125.

#### ✓ **Material fino que pasa la malla N° 200**

Este ensayo nos permite determinar en porcentaje la cantidad de material de tamaño menor que la malla N° 200, que se encuentra adherido a las paredes del agregado o que se encuentra como material suelto mezclado con el agregado fino.

#### ✓ **Contenido de humedad** (N.T.P. 400.011/ A.S.T.M. C-12)

Este valor indica el porcentaje de agua que posee el agregado y se obtiene al determinar el contenido de agua de una muestra húmeda secada al horno a 110°C, entre el peso de la materia; y a este coincide se multiplica por 100. Los agregados usualmente son considerados en un estado saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos y llenos de agua y libre de humedad superficial, siendo una condición ideal para fines prácticos de diseño y dosificación ya que se supone que los agregados no añaden ni quitan agua a la mezcla.

#### ✓ **Porcentaje de absorción** (N.T.P. 400.011/ A.S.T.M. C-125)

La absorción de un agregado se indica por el porcentaje total de agua interna que le es necesario tomar a un agregado para llegar a la condición de saturado con superficie seca; condición del equilibrio es una medida de la porosidad del agregado y su valor máximo permite saber cuánto de agua

tomara el agregado en la mezcla del concreto. La absorción en el agregado fino no suele exceder del 5%.

**Requisitos de uso:**

- El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes.
- El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones partículas escamosas o blandas, requisitos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias perjudiciales.
- Debe verificar las normas sobre su granulometría.

**B. Agregado grueso:**

**Definición:**

Son materiales obtenidos por la desintegración natural o mecánicas de rocas de mayor tamaño. Se trata del material que es retenido en la malla N°4, y para que pueda ser utilizado en la proporción de concreto, sus propiedades deben cumplir los controles de calidad que especifica la norma.

**Propiedades físicas del agregado grueso:**

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación de concreto, deben cumplir con los requerimientos mínimos que especifican las normas de control, siendo de vital importancia que sus propiedades físicas mantengan el margen de los límites preestablecidos en dichas normas de calidad. Las propiedades físicas a estudiar: peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, contenido de humedad y porcentaje de absorción.

- **Peso específico** (N.T.P. 400.021 / A.S.T.M. C-127)

Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; el peso específico no será menor de 2.6, correspondientes a agregados de buena calidad, mientras que valores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc). La norma ASTM C-127 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado grueso.

- **Peso unitario** (N.T.P. 400.017 / A.S.T.M. C-29)

El peso unitario de un agregado es el peso de un volumen establecido, considerando los vacíos que se encuentran en su interior; se expresa como el peso de material por cubo. El peso unitario se expresa en dos formas: el suelto

y el compactado, generalmente se expresa en kilos por metro cubico. Su cálculo tanto para suelto como para compactado lo determina la norma en mención.

- **Peso unitario suelto**

El agregado se llena continuamente hasta completar un volumen establecido sin ningún tipo de compactación. El peso unitario varía con el contenido de humedad. Este incrementa en el agregado grueso cuando incrementa su contenido de humedad.

- **Peso unitario compactado.**

El agregado se llena en tres partes iguales, aplicando compactación por varillado a cada capa de acuerdo a la especificación de la norma.

- **Granulometría** (N.T.P. 400.012 / A.S.T.M. C-33)

El agregado grueso deberá ser medido dentro de los límites establecidos en la norma, la granulometría seleccionada deberá ser perfectamente continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las situaciones de distribución de la composición.

- **Superficie específica.**

Se define como la suma total de las áreas superficiales por unidad de peso del agregado grueso. Se asume generalmente para fines de cálculo y simplificación que todas las partículas son de forma esférica, y además que el diámetro es el promedio entre los 2 tamices: el inferior y el superior inmediato, lo cual ya introduce error, además que no tiene el sustento experimental del módulo de fineza, por lo que no se usa mucho salvo a nivel de investigación.

- **Módulo de fineza** (N.T.P. 400.012 / A.S.T.M. C-136)

Es un índice aproximado el tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los sismos. El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas standard:

3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividiendo entre 100, de la siguiente manera:

Figura N° 02 Módulo de fineza

$$M.F = \frac{N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

Fuente: N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-136.

- **Contenido de humedad** (N.T.P. 400.012 / A.S.T.M. C-136)

Este valor indica el porcentaje de agua que posee el agregado y se obtiene al determinar el contenido de agua de una muestra húmeda secada al horno en 110°C, entre el peso de la materia; y a este cociente se multiplica por 100.

- **Porcentaje de absorción** (N.T.P. 400.021 / A.S.T.M. C-127)

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado grueso después de ser secado a peso constante y luego sumergido 24 horas en agua. La absorción de un agregado se indica por el porcentaje total de agua interna que le es necesario tomar a un agregado para llegar a la condición de saturado con superficie seca; condición de equilibrio. Es una medida de la porosidad del agregado y su valor máximo permite saber cuánto de agua tomara el agregado en la mezcla del concreto. La absorción no suele exceder de 3% para el agregado grueso.

**Requisitos de uso:**

- ✓ El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferente angular o semi-agunlar, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- ✓ Las partículas deben estar de tierra, polvo limo, humos, escamas materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

**3.2.2.4.2. Propiedades del concreto**

Las propiedades del concreto son sus características o cualidades básicas, estas son:

**3.2.2.4.2.1. Trabajabilidad:**

La trabajabilidad es una propiedad del concreto difícil de definir, pero puede interpretarse como el trabajo interno útil o la cantidad de energía necesaria para lograr una consolidación completa; siempre y cuando se

evite la segregación. La trabajabilidad del concreto será adecuada cuando se obtenga que las partículas de agregado grueso puedan moverse con relativa facilidad durante el proceso de mezclado y colocación.

Esto se consigue con una proporción de arena concordante con las características del agregado grueso como son el tamaño máximo, la granulometría, textura superficial, forma del agregado, etc. Así como de sus propias características y del equipo utilizado para los trabajos de manipulación y acomodo.

#### **3.2.2.4.2.2. Consistencia:**

La consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua.

##### **Ensayo de consistencia del concreto:**

###### **a) Método:**

El ensayo de consistencia del concreto, o “slump test”, sirve para evaluar su capacidad para adaptarse con facilidad al encofrado que lo va a contener. El procedimiento se explica ampliamente en la norma ASTM C143-78 “slump of portland cement concrete”. El ensayo es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba, desarrollada por Duft Abrams, fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978. El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde tronconico, midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado. El comportamiento del concreto en la prueba indica su “consistencia” o sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido de agua de mezcla.

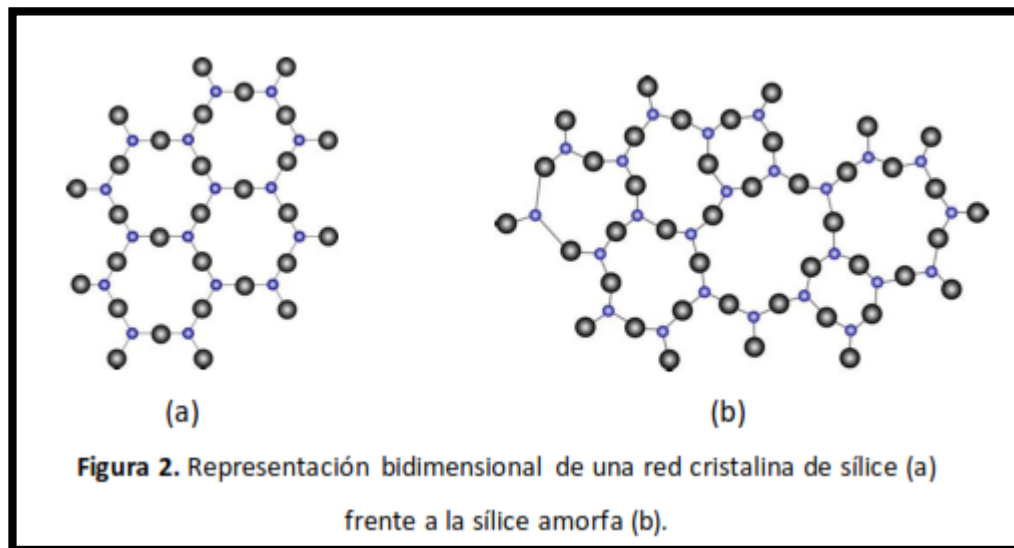
###### **b) Equipos:**

- Cono de abrams de medidas estándar, generalmente de 20cm y 10cm de diámetro y de altura de 30cm.
- Varilla para apisonado de fierro de fierro liso de diámetro 5/8” y punta redondeada L=60cm.
- Wincha metálica.
- Plancha metálica (badilejo).

### 3.2.2.4.3. Vidrio molido

El vidrio es un material de apariencia dura, frágil y generalmente transparente, aunque se comporta como un sólido, es un fluido de muy alta viscosidad. Está compuesto por una mezcla de óxidos metálicos, siendo su componente principal el óxido de sílice, conocido como silicio ( $\text{SiO}_2$ ). Si bien a simple vista pareciera ser muy similar a un cristal, la diferencia con éste radica en el ordenamiento que tienen las moléculas que lo componen, donde los enlaces  $\text{Si}-\text{O}$  están distribuidos de manera irregular, sin un patrón determinado, siendo por definición, un material amorfo. Esta diferencia se muestra en la figura.

Figura N° 03 Estructura del vidrio



Fuente: [www.ehowenespanol.com](http://www.ehowenespanol.com)

La estructura del silicio cristalino es un tetraedro, compuesto por un átomo de sílice rodeado de cuatro átomos de oxígeno, dispuestos a distancias regulares, conformando una red cristalina con una distribución ordenada.

#### 3.2.2.4.3.1. Composición

Como ya se mencionó, el componente principal del vidrio es la sílice, obtenida a partir de arena, pedernal o cuarzo. Desde el punto de vista estructural el vidrio está constituido por:

a) Óxidos formadores de la red vítrea, vitrificantes, tales como  $\text{SiO}_2$ , para los tipos de productos vítreos más generales o tradicionales;  $\text{B}_2\text{O}_3$  o  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

**b)** óxidos modificadores de la red vítrea, fundentes, que aportan enlaces por los denominados "oxígenos no-puente", tales como óxidos alcalinos: NaO, u óxidos alcalinotérreos como CaO, MgO.

**c)** óxidos estabilizantes que tienen un carácter intermedio o anfótero, aportando los denominados "oxígenos puente", tales como:  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  (Cortés, 1987).

Además de estos componentes básicos los productos vítreos incorporan otros óxidos que cumplen diversas funciones secundarias: afinantes, colorantes, decolorantes, opacificantes, fluidificantes, catalizadores, o nucleantes de la cristalización (rincón, 2008). Si bien el silicio es el principal componente de vidrio, dependiendo de la finalidad de éste, se le añaden distintas proporciones de otros componentes, el anexo B contiene una tabla con la composición de algunos vidrios comúnmente comercializados.

#### **3.2.2.4.3.2. Propiedades físicas del vidrio**

Dependiendo de la composición, algunos vidrios funden a temperaturas muy bajas, como  $500^{\circ}C$ , mientras que otros necesitan  $1650^{\circ}C$ , aunque por lo general, al presentar un elevado contenido de sílice, la temperatura final de fusión es más cercana a este último valor. En cuanto a resistencia mecánica, presenta normalmente una resistencia a la tracción entre 3.000 y 5.500N/cm<sup>2</sup>, aunque puede llegar a sobrepasar los 70.000 N/cm si el vidrio ha recibido un tratamiento especial. El vidrio es un mal conductor de calor y electricidad, por lo que resulta práctico para el aislamiento térmico y eléctrico.

#### **3.2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

- 1. Albañilería confinada:** Es una técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda con elementos de concreto armado en todo su perímetro. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, entre otros elementos.
- 2. Agua:** Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares,

ocupa las tres cuartas partes del planeta tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (  $H_2O$  ).

3. **Agregados:** Según la ASTM es aquel material granular el cual puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.
4. **A.S.T.M.:** Sigla de la american society for testing and materials, fundada en 1898. Es la mayor organización científica y técnica para el establecimiento y la difusión de normas relativas a las características y prestaciones de materiales, productos, sistemas y servicios.
5. **Cemento portland:** Es un tipo de cemento hidráulico, que al realizarse la mezcla con áridos, agua y fibras de acero se produce una transformación en la cual obtendremos una masa muy duradera y resistente, denominada hormigón.
6. **Concreto:** Es una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes. La combinación entre la arena, el agua y el cemento en algunos países latinoamericanos se le conoce como mortero, mientras que cuando el concreto ya está compactado en el lugar que le corresponde recibe el nombre de hormigón.
7. **Consistencia:** Calidad de la materia que resiste sin romperse ni deformarse fácilmente.
8. **N.T.P.:** Sigla de las normas técnicas peruanas. Son documentos que establecen las especificaciones o requisitos de calidad para la estandarización de los productos, procesos y servicios.
9. **Reglamento nacional de edificaciones:** Tiene por objeto normar los criterios y requisitos mínimos para el diseño y ejecución de las habilitaciones urbanas y las edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los planes urbanos.
10. **Resistencia a compresión:** Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente.



**11.Trabajabilidad:** La facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte.

**12.Unidad de albañilería:** Se conoce como Unidades de Albañilería al ladrillo de arcilla, bloque o ladrillo sílice calcáreo y bloque de concreto. La Unidad de Albañilería puede ser sólida, hueca o tubular.

**13.Vidrio:** Sustancia transparente o translúcida, dura y frágil a la temperatura ordinaria, que se obtiene fundiendo una mezcla de sílice con potasa o sosa y pequeñas cantidades de otras bases, y a la cual pueden darse distintas coloraciones mediante la adición de óxidos metálicos; se emplea para fabricar recipientes, materiales de construcción, lentes ópticas, etc.

#### **3.2.4. HIPÓTESIS**

Existe un efecto significativo al sustituir el 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **3.2.5. VARIABLES**

**3.2.5.1. Variable dependiente (V1):** resistencia a la compresión.

**3.2.5.2. Variable independiente (V2):** adición de vidrio molido.

### 3.2.6. OPERACIONALIDAD DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla N° 02 Operacionalidad de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable dependiente:</b> resistencia a la compresión.	Kg/cm <sup>2</sup> .	Resistencia a la compresión
	Pulg.	Trabajabilidad (Slump)
<b>Variable independiente:</b> adición de vidrio molido.	% en peso.	Cantidad de vidrio molido pasado por la malla N°200

Fuente, Elaboración Propia.

### **3.3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.3.1.1. ENFOQUE: CUANTITATIVO**

En esta investigación se usa un enfoque cuantitativo, nuestra hipótesis de investigación está sometido a mediciones numéricas y sus resultados se analizan de forma estadística.

##### **3.3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

Es de nivel Explicativa, porque los resultados obtenidos a este nuevo diseño de ladrillo de concreto sustituyendo cemento por vidrio molido al 10%, mejorando así las propiedades del ladrillo de concreto tales como: Resistencia a la Compresión, y que sea posible cambiar el tradicional método constructivo por un diseño de mayor resistencia; así mismo mediante los medios que se va a utilizar para obtener nuestros datos, serán métodos experimentales.

##### **3.3.1.3. DISEÑO: EXPERIMENTAL**

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos la resistencia del ladrillo de concreto  $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo cemento por vidrio molido al 10%. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

A esta investigación según alcance y naturaleza le corresponde un diseño grupo al azar de ladrillos, porque se buscará explicar la dosificación exacta para elevar la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto elaborado en base a vidrio molido sin generar costos elevados, para ello utilizaremos como material (vidrio molido).

Por lo tanto se formara dos grupos de estudios, un grupo experimental constituido de ladrillo de concreto sustituyendo el cemento por vidrio molido, y otro grupo de control de ladrillos convencionales. Tal que se pueda obtener resultados favorables mejorando la resistencia, el cual pueda beneficiar a la sociedad con la reducción de costos, viviendas más seguras ante un sismo (los daños serian mínimos ante un sismo) y su aporte al estudio de la ingeniería civil.

### 3.3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### Población

Conformada por ladrillos de concreto,  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , que serán elaborados con una mezcladora de concreto de 9 hp.

#### Muestra

Se realizarán 90 ladrillos de concreto  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ :

- 45 ladrillos de concreto patrón para ser curadas con agua potable y obtener resultados de sus resistencias alcanzadas a los 7, 14 y 28 días.
- 45 ladrillos de concreto experimental (vidrio molido al 10%), para ser curadas con agua potable y obtener resultados de sus resistencias alcanzadas a los 7, 14 y 28 días.

### 3.3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.3.1. Para la recolección de datos

Tabla N° 03 Recolección de Datos

Técnica	Instrumento
Observación	Guía de observación Resumen. Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.

FUENTE, Elaboración Propia.

Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

#### 3.3.3.2. Para la presentación de datos

Para la presentación de datos se requiere los formatos que permitan plasmar las variables que intervienen en esta investigación, para la cual se usaran los cuadros y/o gráficos donde se plasmen las variables.

#### **3.3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos**

Se realizarán los análisis e interpretación de datos tal como indica la norma E-060, con 15 ensayos como mínimo por cada tipo de ladrillo de concreto (patrón y experimental) en sus resistencias alcanzadas a los 7, 14 y 28 días.

## **CAPITULO IV**

### **APORTES PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

#### **4.1. RESULTADOS**

##### **4.1.1. Procesamiento de datos**

- ✓ Coordinar con el ingeniero encargado de laboratorio de mecánica de suelos para facilitar el acceso a dicho establecimiento.
- ✓ Obtener nuestros agregados que se utilizaran en la fabricación de nuestras unidades de albañilería (ladrillo de concreto)
- ✓ Aplicaremos un registro de apuntes, mediante fotografía, y fichas de registro para ver el desarrollo de nuestros ladrillos en sus diferentes días de análisis.
- ✓ Realizaremos un diseño de mezcla  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> con su respectiva desviación estándar.
- ✓ Elaboraremos ladrillos con sustitución de cemento por vidrio molido al 10%; y de forma convencional.
- ✓ Ejecutaremos el curado de nuestras unidades y finalmente el ensayo a la resistencia a la compresión.
- ✓ Con los datos obtenidos realizaremos cuadros que nos ayudaran a ver nuestros resultados.

El procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo excel.

Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente:

#### 4.1.2. Cálculo de dosificación para el diseño de mezcla del ladrillo de concreto

- Pesos según dosificación por (Pie3), ladrillo patrón:

Tabla N° 04 Dosificación para el ladrillo patrón

<b><u>Mezcla de concreto (Pie3) – Patrón</u></b>	
<b>1.00 : 2.87 : 2.34 + 29.6 lt/bol</b>	
<b>Cemento</b>	<b>: 1.00</b>
<b>Arena Fina</b>	<b>: 2.87</b>
<b>Arena Grueso</b>	<b>: 2.34</b>
<b>Agua</b>	<b>: 29.60 lt/bol</b>

Fuente, Elaboración Propia.

- Pesos según dosificación por (Pie3), ladrillo experimental:

Tabla N° 05 Dosificación para el ladrillo experimental

<b><u>Mezcla de concreto (Pie3) – Experimental</u></b>	
<b>1.00 : 2.74 : 2.33 + 28.85 lt/bol</b>	
<b>Cemento</b>	<b>: 1.00</b>
<b>Arena Fina</b>	<b>: 2.74</b>
<b>Arena Grueso</b>	<b>: 2.33</b>
<b>Agua</b>	<b>: 28.85 lt/bol</b>

Fuente, Elaboración Propia.

- Pesos según dosificación por Unidad de Ladrillo en (Kg), ladrillo experimental:

**Tabla N° 06** Dosificación para el ladrillo experimental (unidad de ladrillo)

<b><u>Mezcla de concreto (Kg) – Experimental</u></b>	
<b>0.62 : 2.64 : 2.16 + 0.54 lt</b>	
<b>Cemento</b>	<b>: 0.558 kg</b>
<b>Vidrio Molido</b>	<b>: 0.062 kg</b>
<b>Arena Fina</b>	<b>: 2.64 kg</b>
<b>Arena Grueso</b>	<b>: 2.16 kg</b>
<b>Agua</b>	<b>: 0.54 lt</b>

Fuente, Elaboración Propia.

#### 4.1.3. Representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios y prueba de hipótesis.

##### 4.1.3.1. Ensayos ASTM C 39 a los 7 días para las unidades de ladrillo patrón

**Tabla N° 07** Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo patrón

**Tabla de distribución de frecuencias**

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 140.95	149.45 >	145.20	3	0.2000	3	435.59	601.69
2	[ 149.45	157.94 >	153.69	3	0.2000	6	461.08	96.31
3	[ 157.94	166.44 >	162.19	6	0.4000	12	973.14	48.05
4	[ 166.44	174.93 >	170.69	2	0.1333	14	341.37	256.56
5	[ 174.93	183.43 ]	179.18	1	0.0667	15	179.18	392.91
<b>Σ=</b>				<b>15</b>	<b>1</b>		<b>2390.37</b>	<b>1395.52</b>

Fuente, Elaboración Propia.

**Leyenda:**

*n = Tamaño de la Muestra*  
*K = N° Intervalos*  
*Li = Límite Inferior*  
*Ls = Límite Superior*  
*xi = Marca de Clase*  
*fi = Frecuencia Absoluta*  
*fr = Relativa*  
*F = Frecuencia Absoluta Acumulada*



**Tabla N° 08** Medidas de dispersión de los ensayos a los 07 días para las unidades de ladrillo patrón

**Medidas de variación o dispersión**

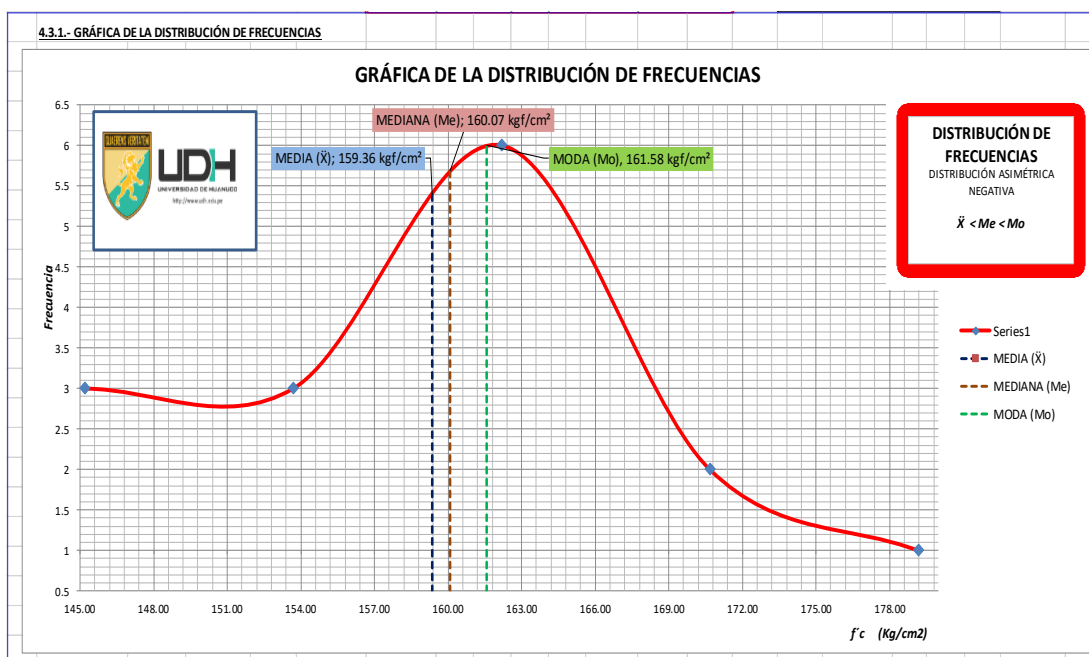
Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	159.36 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	160.07 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	161.58 kgf/cm <sup>2</sup>

Varianza, ( $\sigma^2$ )	93.03
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	9.65 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	6.06 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.2207

**Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda  $\bar{X} < Me < Mo$**

Fuente, Elaboración Propia.

**Grafico N° 01** Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 07 días para las unidades de ladrillo patrón



Fuente, Elaboración Propia.

### 4.1.3.2. Ensayos ASTM C 39 a los 14 días para las unidades de ladrillo patrón

**Tabla N° 09** Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo patrón

<b>Tabla de distribución de frecuencias</b>								
K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 161.65	164.18 >	162.91	2	0.1333	2	325.83	61.76
2	[ 164.18	166.70 >	165.44	2	0.1333	4	330.88	18.37
3	[ 166.70	169.23 >	167.97	6	0.4000	10	1007.79	1.53
4	[ 169.23	171.75 >	170.49	1	0.0667	11	170.49	4.08
5	[ 171.75	174.28 ]	173.02	4	0.2667	15	692.07	82.70
$\Sigma=$				15	1		2527.05	168.45

<b>Leyenda:</b>
<i>n</i> = Tamaño de la Muestra
<i>K</i> = N° Intervalos
<i>Li</i> = Límite Inferior
<i>Ls</i> = Límite Superior
<i>xi</i> = Marca de Clase
<i>fi</i> = Frecuencia Absoluta
<i>fr</i> = Relativa
<i>F</i> = Frecuencia Absoluta Acumulada

Fuente, Elaboración Propia.

**Tabla N°10** Medidas de dispersión de los ensayos a los 14 días para las unidades de ladrillo patrón

#### Medidas de variación o dispersión

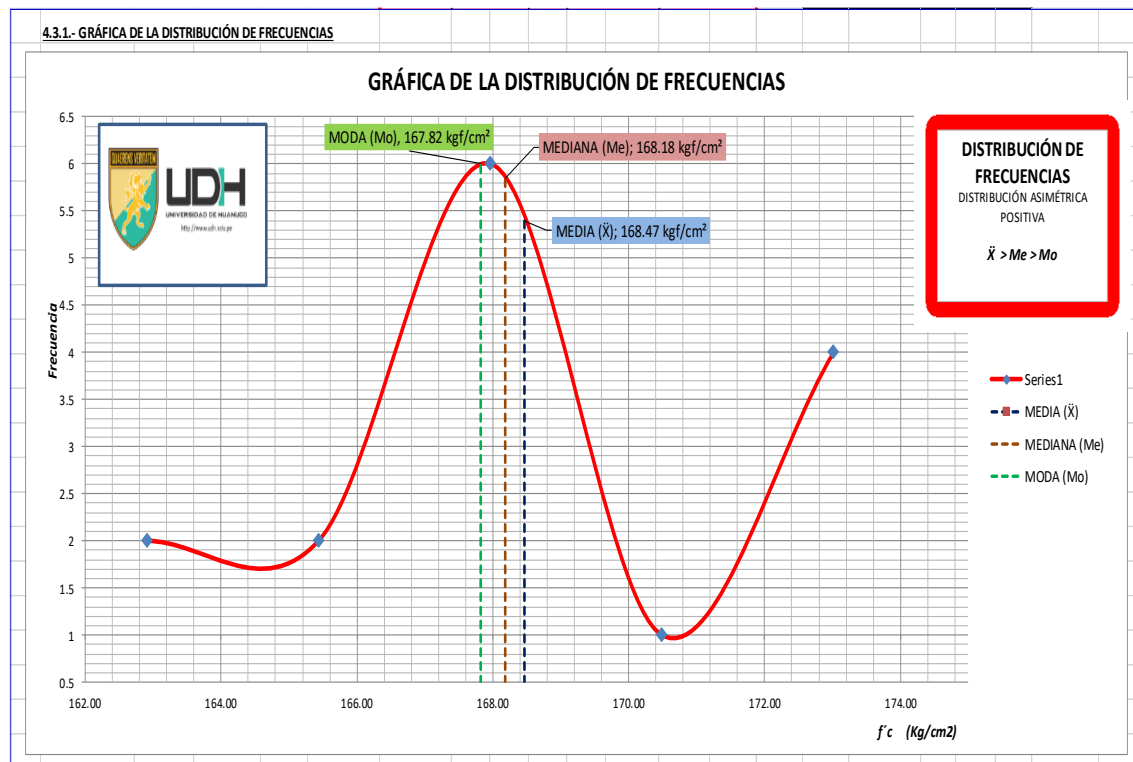
Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	168.47 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	168.18 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	167.82 kgf/cm <sup>2</sup>

Varianza, ( $\sigma^2$ )	11.23
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	3.35 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.99 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.2597

**Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha  $\bar{X} > Me > Mo$**

Fuente, Elaboración Propia.

**Grafico N° 02** Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 14 días para las unidades de ladrillo patrón



Fuente, Elaboración Propia.

#### 4.1.3.3. Ensayos ASTM C 39 a los 28 días para las unidades de ladrillo patrón

**Tabla N° 11** Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo patrón

**Tabla de distribución de frecuencias**

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 186.00	189.27 >	187.63	3	0.2000	3	562.90	145.99
2	[ 189.27	192.54 >	190.90	1	0.0667	4	190.90	13.75
3	[ 192.54	195.80 >	194.17	6	0.4000	10	1165.02	1.16
4	[ 195.80	199.07 >	197.44	1	0.0667	11	197.44	8.00
5	[ 199.07	202.34 ]	200.71	4	0.2667	15	802.82	148.64
$\Sigma =$				15	1		2919.09	317.55

Fuente, Elaboración Propia.

**Leyenda:**

$n$  = Tamaño de la Muestra  
 $K$  = N° Intervalos  
 $Li$  = Límite Inferior  
 $Ls$  = Límite Superior  
 $xi$  = Marca de Clase  
 $fi$  = Frecuencia Absoluta  
 $fr$  = Relativa  
 $F$  = Frecuencia Absoluta Acumulada

**Tabla N° 12** Medidas de dispersión de los ensayos a los 28 días para las unidades de ladrillo patrón

**Medidas de variación o dispersión**

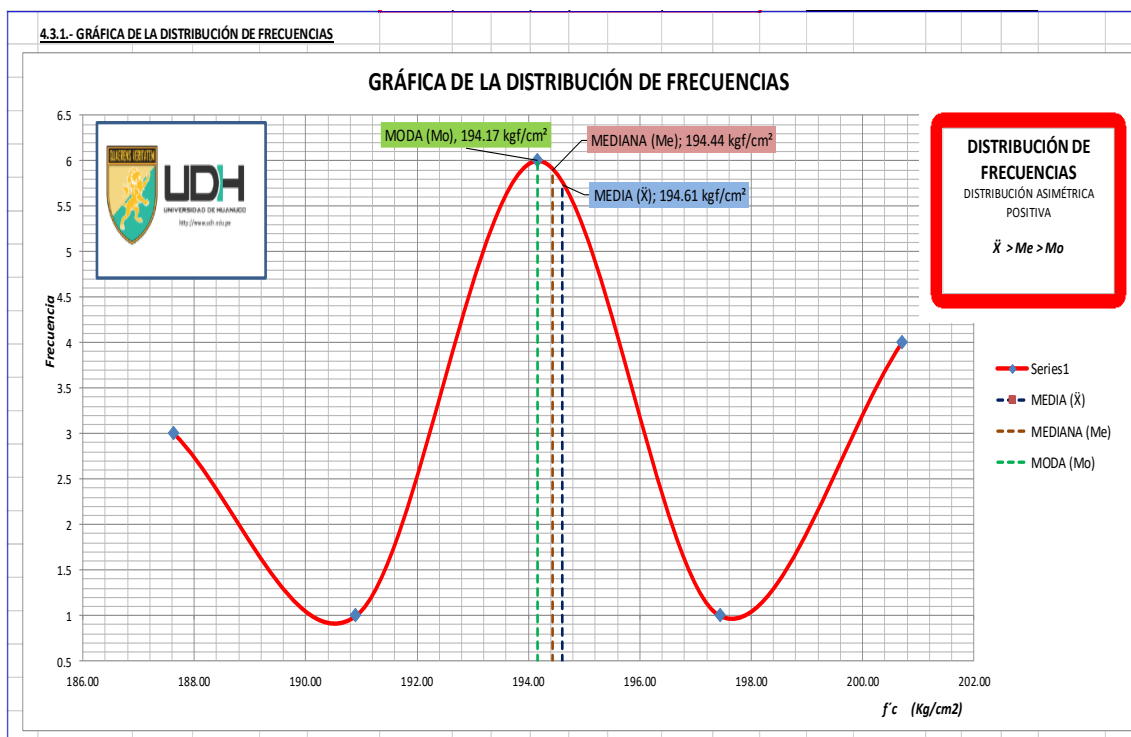
Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	194.61 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	194.44 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	194.17 kgf/cm <sup>2</sup>

Varianza, ( $\sigma^2$ )	21.17
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	4.60 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	2.36 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.1109

**Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha  $\bar{X} > Me > Mo$**

Fuente, Elaboración Propia.

**Grafico N° 03** Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 28 días para las unidades de ladrillo patrón



Fuente, Elaboración Propia.

#### 4.1.3.4. Ensayos ASTM C 39 a los 07 días para las unidades de ladrillo experimental

**Tabla N° 13** Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo experimental

<div> <b>Tabla de distribución de frecuencias</b> <div> <b>Leyenda:</b>  <i>n</i> = Tamaño de la Muestra  <i>K</i> = N° Intervalos  <i>Li</i> = Límite Inferior  <i>Ls</i> = Límite Superior  <i>xi</i> = Marca de Clase  <i>fi</i> = Frecuencia Absoluta  <i>fr</i> = Relativa  <i>F</i> = Frecuencia Absoluta Acumulada </div> </div>								
K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 122.07	127.18 >	124.62	2	0.1333	2	249.25	300.42
2	[ 127.18	132.29 >	129.73	1	0.0667	3	129.73	51.09
3	[ 132.29	137.39 >	134.84	4	0.2667	7	539.36	16.65
4	[ 137.39	142.50 >	139.95	5	0.3333	12	699.74	47.06
5	[ 142.50	147.61 ]	145.06	3	0.2000	15	435.17	200.54
$\Sigma=$				15	1		2053.25	615.76

Fuente, Elaboración Propia.

**Tabla N° 14** Medidas de dispersión de los ensayos a los 07 días para las unidades de ladrillo experimental

#### Medidas de variación o dispersión

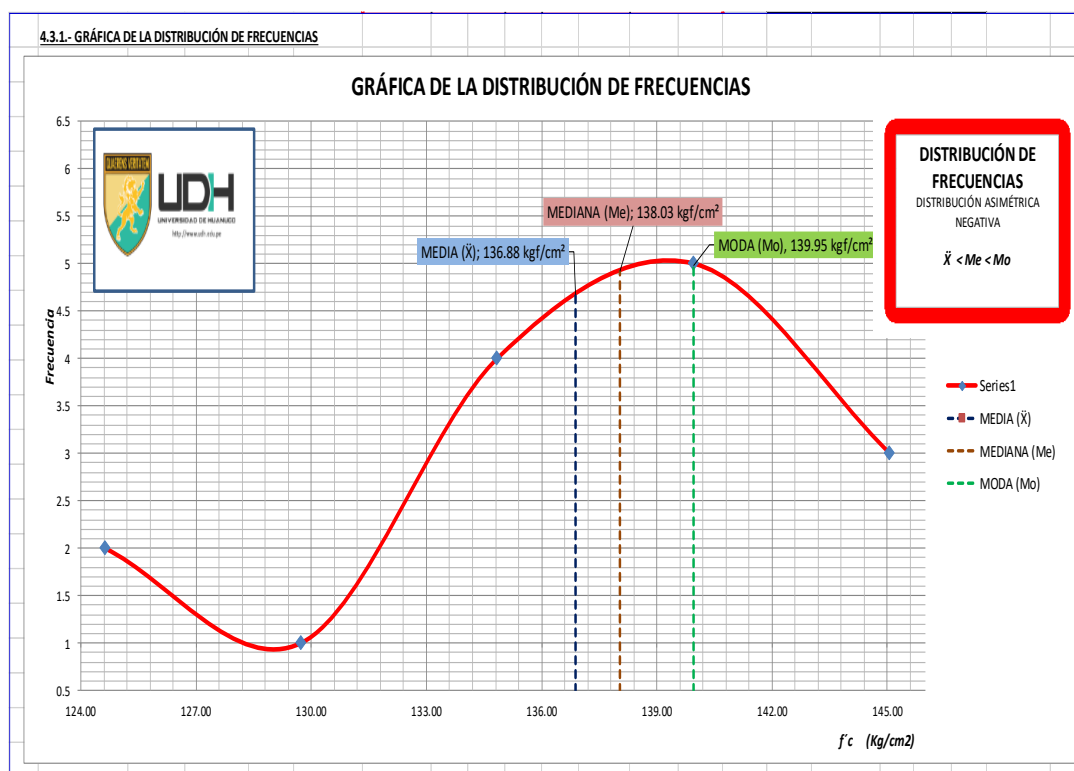
Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	136.88 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	138.03 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	139.95 kgf/cm <sup>2</sup>

Varianza, ( $\sigma^2$ )	41.05
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	6.41 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	4.68 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.5382
Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$	

Fuente, Elaboración Propia.

**Grafico N° 04** Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 07 días para las unidades de ladrillo experimental



Fuente, Elaboración Propia.

#### 4.1.3.5. Ensayos ASTM C 39 a los 14 días para las unidades de ladrillo experimental

**Tabla N° 15** Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo experimental

Tabla de distribución de frecuencias								
K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 143.71	150.91 >	147.31	1	0.0667	1	147.31	315.10
2	[ 150.91	158.11 >	154.51	2	0.1333	3	309.01	222.73
3	[ 158.11	165.30 >	161.71	5	0.3333	8	808.53	56.28
4	[ 165.30	172.50 >	168.90	3	0.2000	11	506.71	44.31
5	[ 172.50	179.70 ]	176.10	4	0.2667	15	704.40	487.61
$\Sigma =$				15	1		2475.96	1126.03

**Leyenda:**

$n$  = Tamaño de la Muestra  
 $K$  = N° Intervalos  
 $Li$  = Límite Inferior  
 $Ls$  = Límite Superior  
 $xi$  = Marca de Clase  
 $fi$  = Frecuencia Absoluta  
 $fr$  = Relativa  
 $F$  = Frecuencia Absoluta Acumulada

Fuente, Elaboración Propia.

**Tabla N° 16** Medidas de dispersión de los ensayos a los 14 días para las unidades de ladrillo experimental

**Medidas de variación o dispersión**

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	165.06 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	164.58 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	162.42 kgf/cm <sup>2</sup>

Varianza, ( $\sigma^2$ )	75.07
Desviación Estandar, ( $\sigma$ )	8.66 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	5.25 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.1663

**Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha  $\bar{X} > Me > Mo$**

Fuente, Elaboración Propia.

**Gráfico N° 05** Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 14 días para las unidades de ladrillo experimental



Fuente, Elaboración Propia.

#### 4.1.3.6. Ensayos ASTM C 39 a los 28 días para las unidades de ladrillo experimental

**Tabla N° 17** Distribución de las frecuencias de los ensayos a compresión para las unidades de ladrillo experimental

<b>Tabla de distribución de frecuencias</b>								
K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 159.25	168.71 >	163.98	2	0.1333	2	327.96	866.78
2	[ 168.71	178.18 >	173.45	1	0.0667	3	173.45	128.91
3	[ 178.18	187.64 >	182.91	6	0.4000	9	1097.46	21.43
4	[ 187.64	197.11 >	192.37	4	0.2667	13	769.50	229.46
5	[ 197.11	206.57 ]	201.84	2	0.1333	15	403.68	580.59
$\Sigma=$				15	1		2772.04	1827.17

<b>Leyenda:</b>
<i>n</i> = Tamaño de la Muestra
<i>K</i> = N° Intervalos
<i>Li</i> = Límite Inferior
<i>Ls</i> = Límite Superior
<i>xi</i> = Marca de Clase
<i>fi</i> = Frecuencia Absoluta
<i>fr</i> = Relativa
<i>F</i> = Frecuencia Absoluta Acumulada

Fuente, Elaboración Propia.

**Tabla N° 18** Medidas de dispersión de los ensayos a los 28 días para las unidades de ladrillo experimental

#### Medidas de variación o dispersión

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	184.80 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	185.28 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	184.94 kgf/cm <sup>2</sup>

Varianza, ( $\sigma^2$ )	121.81
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	11.04 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	5.97 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.1304

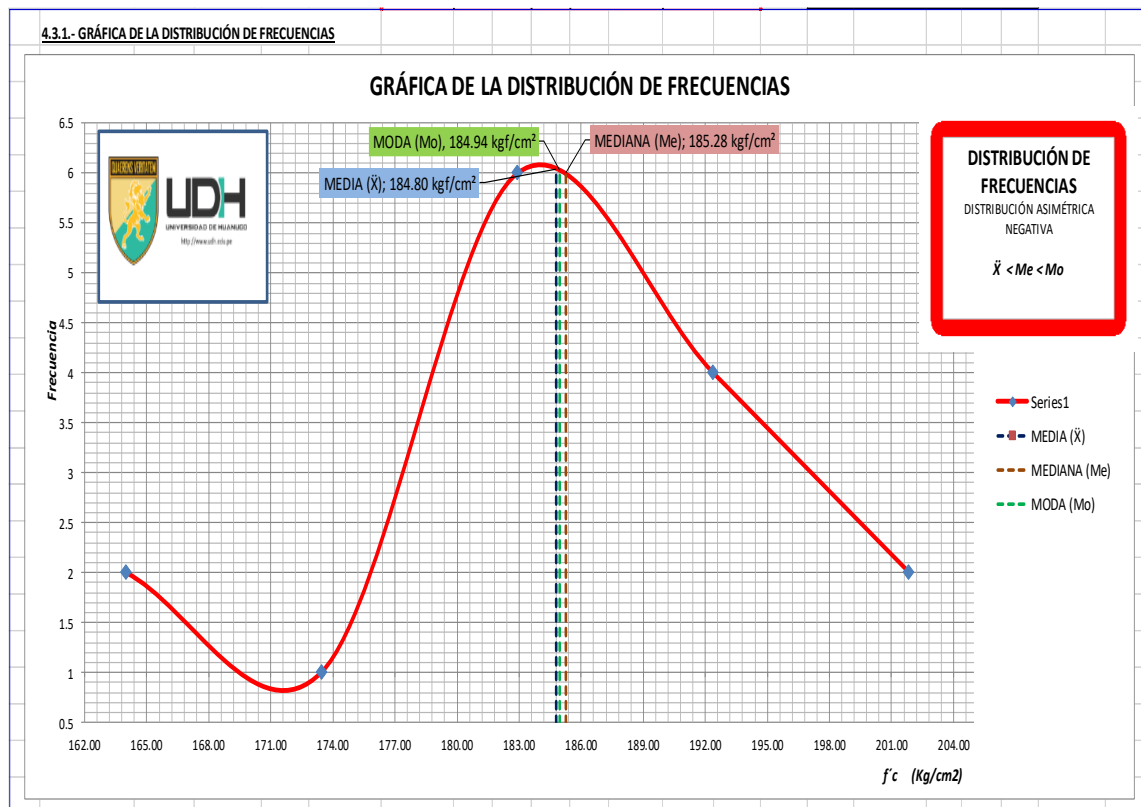
  

<b>Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda <math>\bar{X} &lt; Me &lt; Mo</math></b>	
--	--

Fuente, Elaboración Propia.



**Gráfico N° 06** Distribución de las frecuencias usado para los ensayos a compresión a los 28 días para las unidades de ladrillo experimental



Fuente, Elaboración Propia.

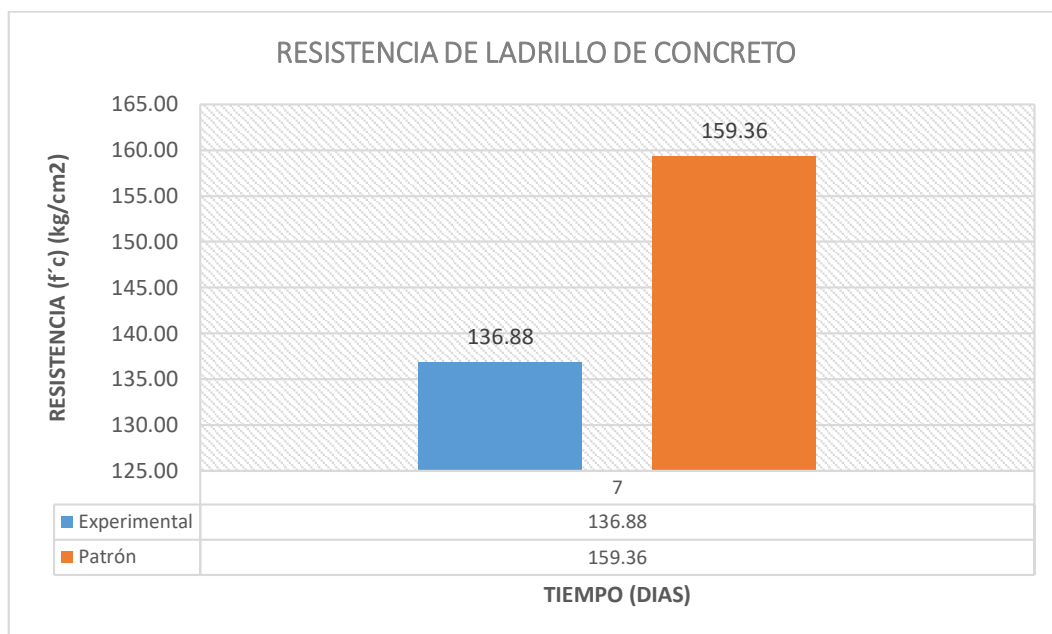
#### 4.1.4. Contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis

##### Hipótesis general

- H0:** La adición del vidrio molido al diseño de mezcla que posee altos contenidos de óxido de silicio, con el riesgo de afectar la resistencia en la cual, a través del curado sumergido en agua potable, si incrementa la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto.
- H1:** La adición del vidrio molido al diseño de mezcla que posee altos contenidos de óxido de silicio, con el riesgo de afectar la resistencia en la cual, a través del curado sumergido en agua potable, no incrementa la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto.

En el grafico mostrado se puede observar el desarrollo de la dureza del concreto en nuestras unidades de albañilería a través del paso de los días, siendo un requisito de alcanzar su dureza a los 07 días, es por ello que el procesamiento se hace a esta edad, indicando que los especímenes de concreto tienen las mismas condiciones en diseño, elaboración y curado.

**Grafico N° 07** Comparación de la resistencia específica del concreto a través de 07 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental



Fuente, Elaboración Propia.

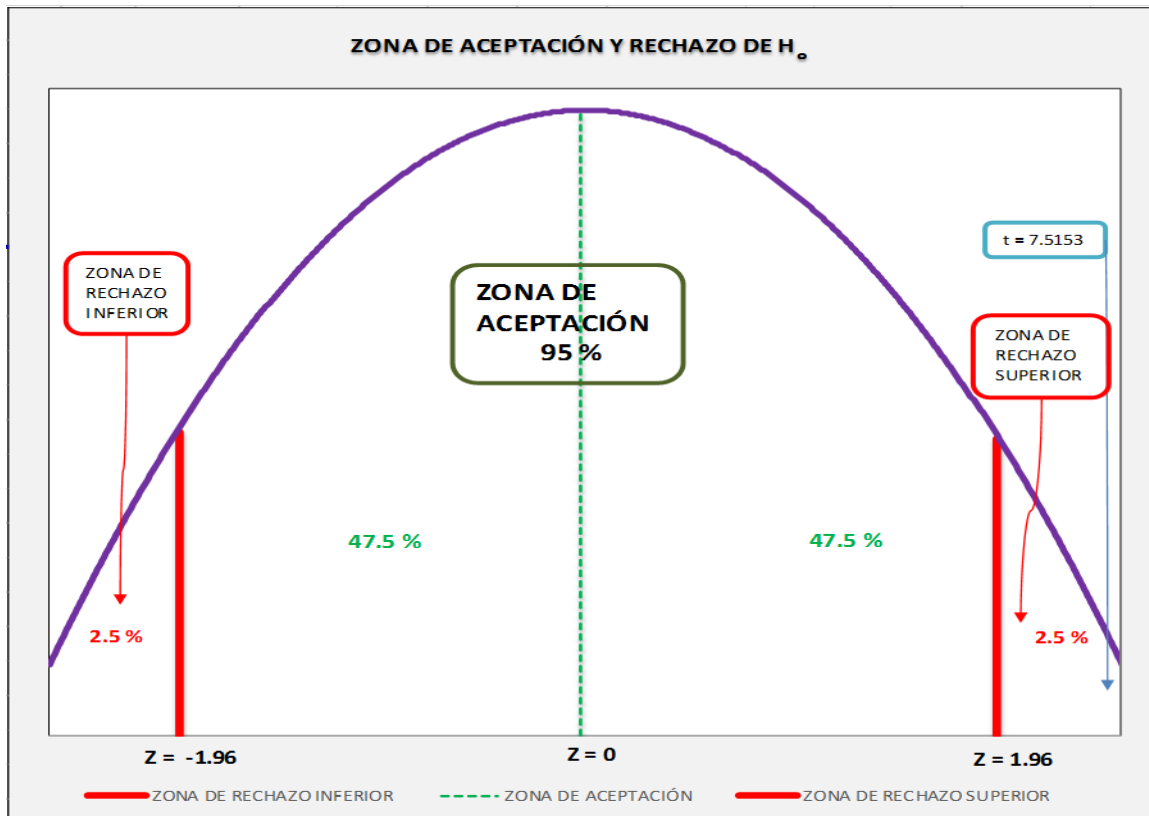
**Tabla N° 19** Comparación de las resistencia específica del concreto a los 07 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental

Unidad de Albañilería	Edad f'c	Media Kg/cm2	S	T	t
Experimental	7	136.88	6.41	+/-1.96	7.515
Patrón	7	159.36	9.65		

Fuente, Elaboración Propia.

Estos valores se ven muy aproximados, donde a la ligera no se puede contrastar nuestra hipótesis para ello se recurre a la prueba de la hipótesis usando el parámetro estadístico “T” que nos permitirá la comparación de medias de poblaciones independientes.

**Grafico N° 08** Ubicación del valor t dentro de la zona de aceptación al comparar las resistencia específica de los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental en los 07 días



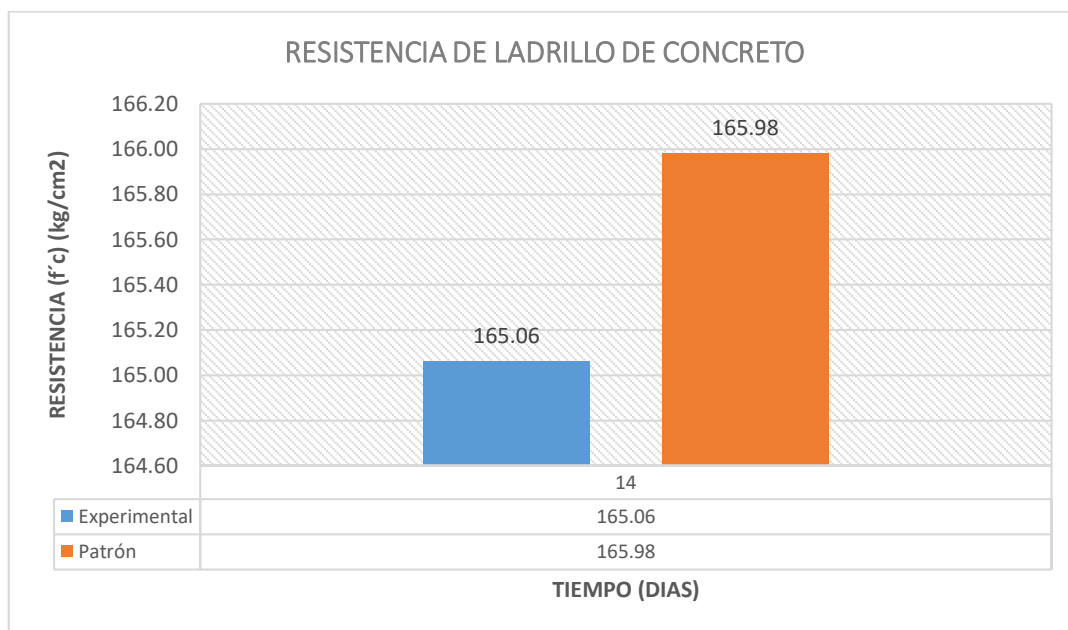
Fuente, Elaboración Propia.

Por lo tanto, con un nivel de significancia de 0.05 al aplicar los ensayos ACTM-C39 a nuestras unidades de albañilería de concreto, se puede apreciar en la tabla N° 16 que existe diferencia en las medias así como en desviaciones estándar, pudiendo apreciar que cada unidad tiene una característica propia en la resistencia a la compresión a los 07 días, para ello usando el parámetro estadístico T de student conjunta para la diferencia de dos medias, encontramos el valor  $t = 7.5153$ , las misma que se encuentra fuera de la zona de aceptación por estar fuera del intervalos  $<-1.96, 0, +1.96>$ , razón por el cual se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis inicial: “La adición del vidrio molido al diseño de mezcla que posee altos contenidos de óxido de silicio, con el riesgo de afectar la resistencia en la cual, a través del curado sumergido en agua potable, si incrementa la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto”.

Asimismo también siendo un requisito de alcanzar su dureza a los 14 días, es por ello que el procesamiento se hace a esta edad, indicando que los

especímenes de concreto tienen las mismas condiciones en diseño, elaboración y curado.

**Grafico N° 09** Comparación de la resistencia específica del concreto a través de 14 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental



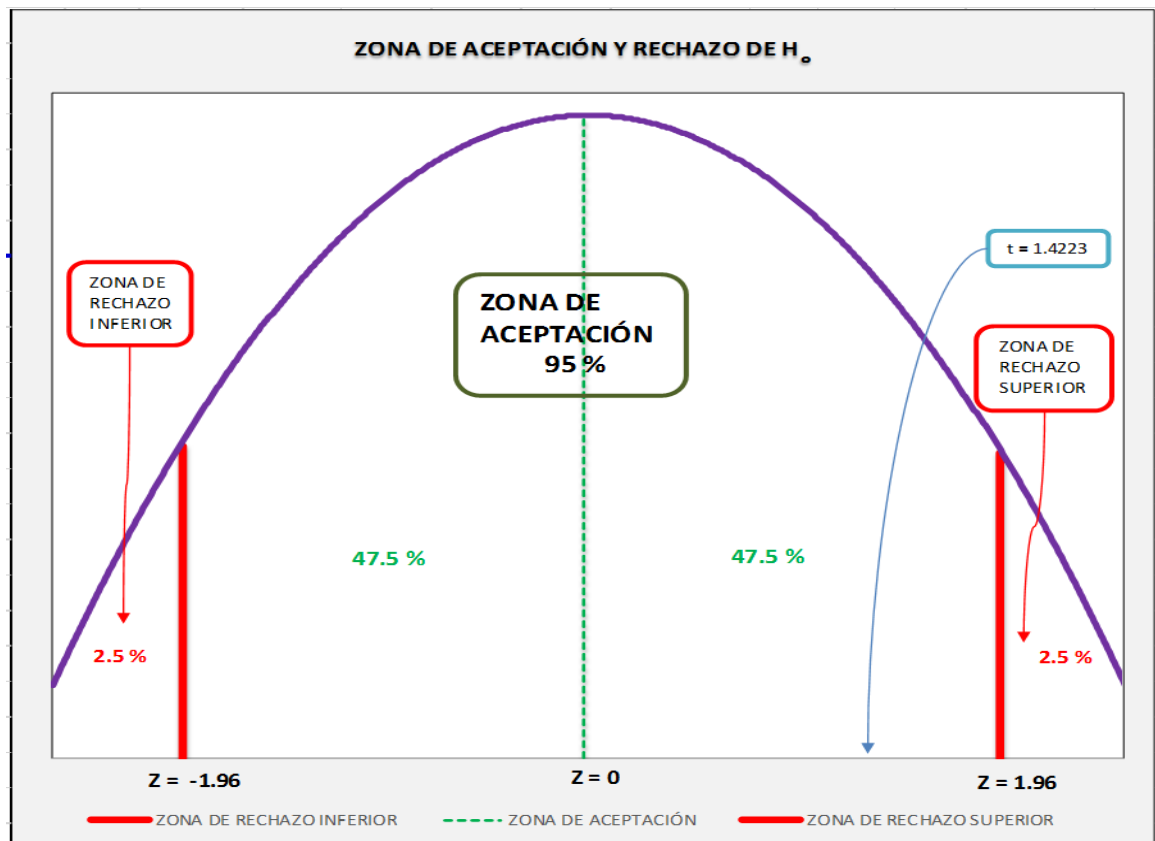
**Fuente,** Elaboración Propia.

**Tabla N° 20** Comparación de la resistencia específica del concreto a los 14 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental

Unidad de Albañilería	Edad f'c	Media Kg/cm2	S	T	t
Experimental	14	165.06	8.66	+/-1.96	1.422
Patrón	14	168.47	3.35		

**Fuente,** Elaboración Propia.

**Grafico N° 10** Ubicación del valor t dentro de la zona de aceptación al comparar las resistencias específica de los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental en los 14 días

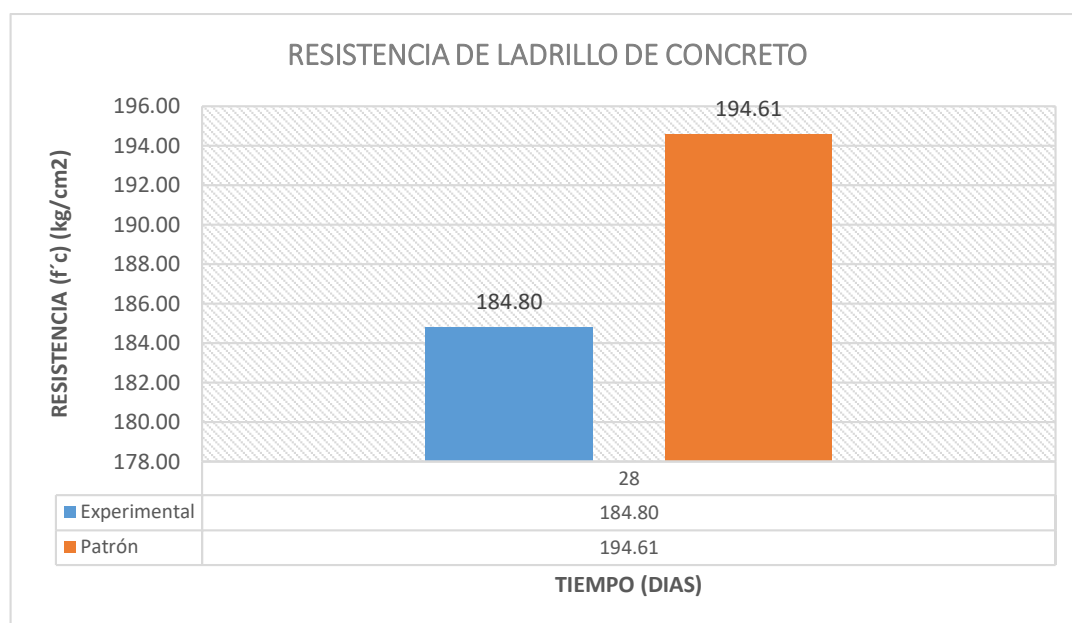


Fuente, Elaboración Propia.

Por lo tanto, con un nivel de significancia de 0.05 al aplicar los ensayos ACTM-C39 a nuestras unidades de albañilería de concreto, se puede apreciar en la tabla N° 17 que existe diferencia en las medias así como en desviaciones estándar, pudiendo apreciar que cada unidad tiene una característica propia en la resistencia a la compresión a los 14 días, para ello usando el parámetro estadístico T de student conjunta para la diferencia de dos medias, encontramos el valor  $t = 1.4223$ , las misma que se encuentra dentro de la zona de aceptación por estar dentro del intervalos  $<-1.96, 0, +1.96>$  , razón por el cual se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis inicial: “La adición del vidrio molido al diseño de mezcla que posee altos contenidos de óxido de silicio, con el riesgo de afectar la resistencia en la cual, a través del curado sumergido en agua potable, si incrementa la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto”.

Asimismo también siendo un requisito de alcanzar su dureza a los 28 días, es por ello que el procesamiento se hace a esta edad, indicando que los especímenes de concreto tienen las mismas condiciones en diseño, elaboración y curado.

**Grafico N° 11** Comparación de la resistencia específica del concreto a través de 28 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental



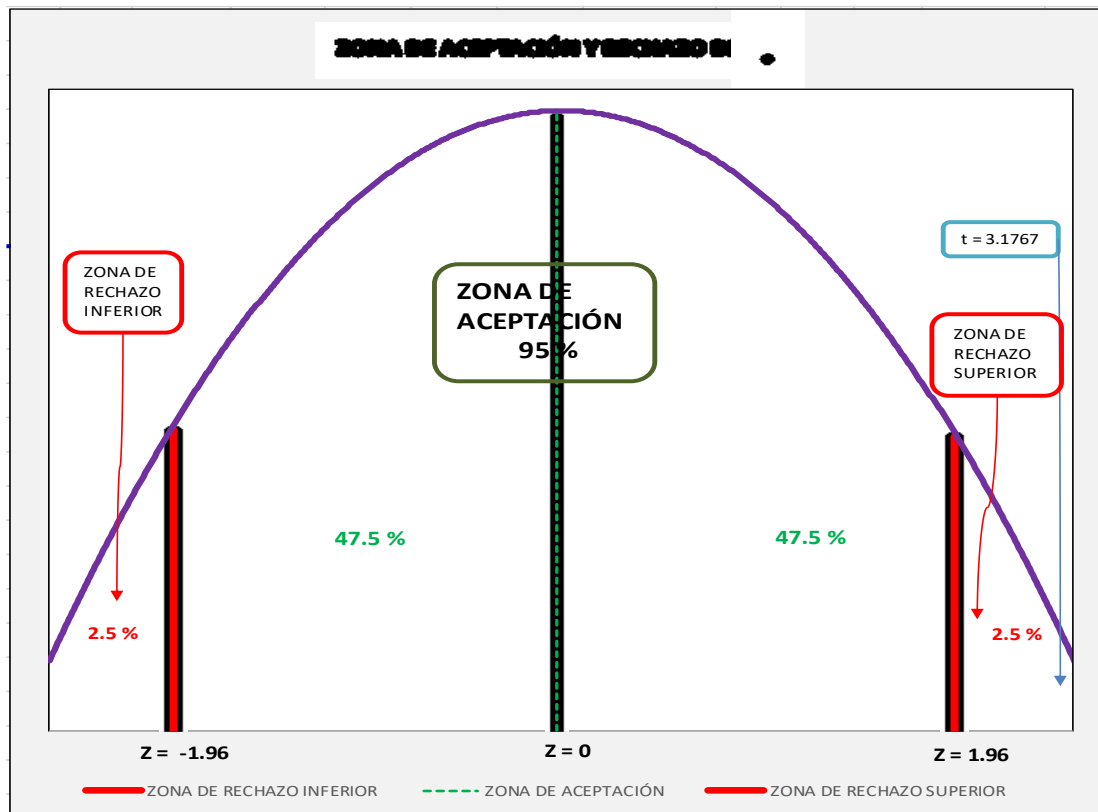
Fuente, Elaboración Propia.

**Tabla N° 21** Comparación de la resistencia específica del concreto a los 28 días entre los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental

Unidad de Albañilería	Edad f'c=Máximo	Media Kg/cm2	S	T	t
Experimental	28	184.80	11.04	+/-1.96	3.177
Patrón	28	194.61	4.60		

Fuente, Elaboración Propia.

**Grafico N° 12** Ubicación del valor t dentro de la zona de aceptación al comparar la resistencia específica de los concretos elaborados para las unidades de albañilería patrón e experimental en los 28 días



Fuente, Elaboración Propia.

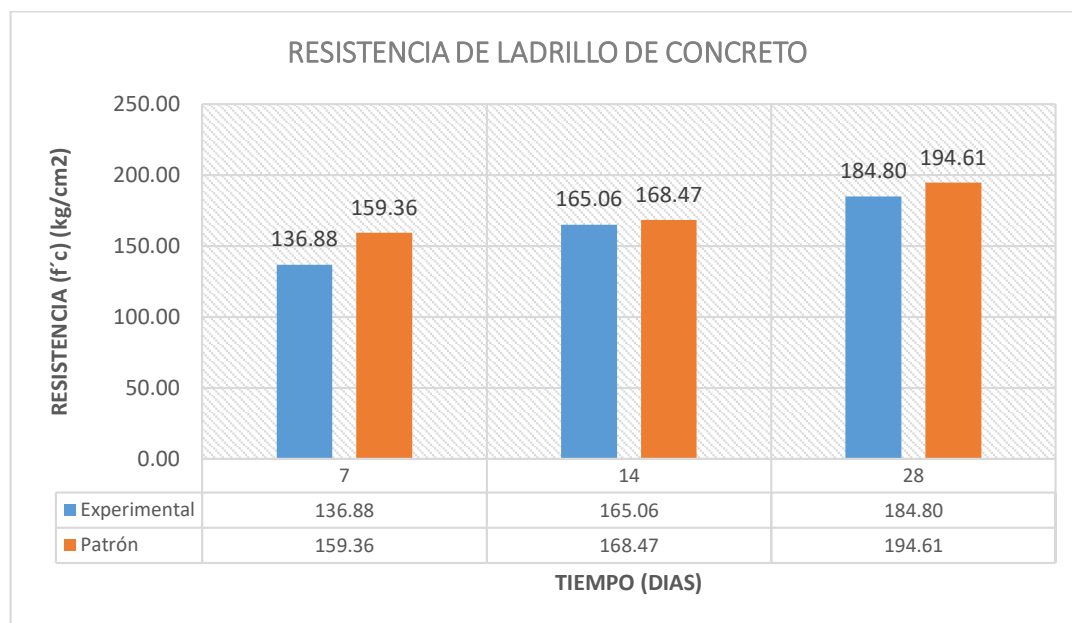
Por lo tanto, con un nivel de significancia de 0.05 al aplicar los ensayos ACTM-C39 a nuestras unidades de albañilería de concreto, se puede apreciar en la tabla N° 18 que existe diferencia en las medias así como en desviaciones estándar, pudiendo apreciar que cada unidad tiene una característica propia en la resistencia a la compresión a los 28 días, para ello usando el parámetro estadístico T de student conjunta para la diferencia de dos medias, encontramos el valor  $t = 3.1767$ , las misma que se encuentra fuera de la zona de aceptación por estar fuera del intervalos  $<-1.96, 0, +1.96>$ , razón por el cual se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis inicial: “La adición del vidrio molido al diseño de mezcla que posee altos contenidos de óxido de silicio, con el riesgo de afectar la resistencia en la cual, a través del curado sumergido en agua potable, si incrementa la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto”.

## 4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.2.1. Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación

Como referencia se toma el manual del american concrete institute ACI – norma americana para el diseño de la mezcla y por esta razón para esta investigación nos sujetaremos las normas ASTM para el control de los materiales y de esa forma conseguir los resultados con las exigencias internacionales.

**Grafico N° 13** Diferencia de resistencia de los promedios de las unidades de ladrillo tanto experimental como patrón en el periodo de 28 días



Fuente, Elaboración Propia.

Al aplicar los ensayos ACTM - C39 aplicados a las unidades de albañilería de concreto y realizar las comparaciones de sus resistencia específica ( $f'c$ ) en apariencia no existe mucha diferencia, ya que ambas unidades cumplen con la resistencia requerida en el R.N.E. E-060 cumpliendo el CAPÍTULO V, 5.3.2 Resistencia promedio requerida; dentro de los ensayos realizados en esta investigación donde la media de las unidades de ladrillo patrón  $X = 194.65 \text{ Kg/cm}^2$  y la media de las unidades de ladrillo experimental  $X = 184.80 \text{ Kg/cm}^2$ , con una diferencia de  $9.85 \text{ Kg/cm}^2$ , y observando estos resultados, hasta se puede afirmar que tiene casi la misma resistencia específica pero aplicando el parámetro estadístico T de student conjunta para la diferencia de dos medias, encontrando el valor  $t = 3.1767$ , las misma que



se encuentra fuera de la zona de aceptación por estar fuera del intervalo  $<-1.96, 0, +1.96>$  lo que implica que la resistencia específica del concreto elaborado para nuestras unidades de ladrillo experimental con la adición del vidrio molido al diseño de mezcla no incrementa la resistencia a la compresión con respecto a las unidades de ladrillo patrón.

Asimismo se observa en el gráfico N° 13, el resultado de la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto, donde observamos que el secado y curado experimental tiene casi la misma efectividad, pero no llega a la resistencia según la dosificación a los 28 días, por lo tanto, confirmamos que el vidrio molido es un material cementante.

## CONCLUSIONES

1. La resistencia específica del concreto elaborado para nuestras unidades de ladrillo experimental con la adición del vidrio molido al diseño de mezcla no incrementa la resistencia a la compresión con respecto a las unidades de ladrillo patrón.
2. El resultado de la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto, donde observamos que el secado y curado experimental tiene casi la misma efectividad, pero no llega a la resistencia según la dosificación a los 28 días, por lo tanto, confirmamos que el vidrio molido es un material cementante.
3. La materia prima obtenida del vidrio molido, luego de pasar por la malla N° 200, se comprobó satisfactoriamente la trabajabilidad y llegando a tener las mismas características físicas de un cemento Portland.
4. La resistencia de las unidades de ladrillos (patrón e experimental) tienen una variación a favor del ladrillo patrón para los 07, 14 y 28 días de ensayo, con una diferencia del experimental, de 12.84%, 1.95% y 5.61% respectivamente, en lo que se comprobó la efectividad del uso del vidrio molido al 10%, como cemento.
5. Se desarrolló el curado sumergiendo en agua, y se comprobó que a los 14 días la resistencia cumplió con un 94.32% para el ladrillo experimental y 96.27% para el ladrillo patrón; pero, se observó que a los 28 días la resistencia sigue aumentando tanto en el ladrillo patrón y experimental.
6. Los resultados obtenidos nos indican que los concretos con vidrio molido presentan una resistencia casi igual a las del concreto convencional ensayadas a los 7, 14 y 28 días.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda seguir con las investigaciones de esta nueva materia prima para la elaboración de ladrillos de concreto, e investigación de los usos específicos de los ladrillos elaborados con vidrio molido en el campo de la ingeniería civil.
2. Al elaborar el concreto siempre se debe tener en cuenta el control de materiales para conseguir la resistencia que se requiera y dirigida por un personal capacitado en ese campo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Arrieta Freyre Javier y Peñaherrera Deza (Enero 2001) “Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora – UNI”. Programa Científico PC – CISMID – Lima – Perú.
2. Arteaga, C. J. (2013). “Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20, y H30”. Valdivia, Chile.
3. Roz-Ud-Din Nassar & Parviz Soroushian. (Diciembre 2012) *“Reemplazar un porcentaje del cemento del hormigón, con una muestra de vidrio pulverizado, el tamaño promedio de 13  $\mu\text{m}$ ”*. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad Estatal de Michigan, EE. UU.
4. Rojas, M. E. (12 de Julio de 2016). Evaluación de las características mecánicas del concreto utilizando porcentaje de vidrio molido como agregado. Huánuco, Huánuco, Perú.
5. Sánchez, C. E. (21 de marzo de 2018). Análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo. Chiclayo, Lambayeque, Perú.
6. Wikipedia. (1 de 10 de 2019). Wikipedia. Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio>.
7. Wikipedia. (1 de 6 de 2019). Wikipedia. Obtenido de Wikipedia: [http://www.ehowenespanol.com/vidrio-molido-reciclado-construccion-como\\_62432/](http://www.ehowenespanol.com/vidrio-molido-reciclado-construccion-como_62432/).

## **ANEXOS**



# INFORME DE LABORATORIO





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Huánuco, 31 de Julio del 2019

## LABORATORIO DE MECANICA Y SUELOS FACULTAD DE INGENIERIA-E.A.P. ING. CIVIL


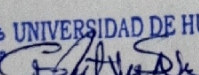
### HACE CONSTAR:

Que, el Tesista **Bach. ARANDA MARRUJO, Alex Eli**, identificado con DNI **N° 46949344**, Código del alumno N°2010110366, Por referencia, de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la UDH-Huánuco da conformidad a sus ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos los mismos que continuación detallo:

- Contenido de Humedad
- Análisis Granulométrico
- Peso Volumétrico
- Densidad Relativa de Agregado Grueso y Fino
- Densidad Relativa del Cemento
- Densidad Relativa del Vidrio Molido
- Ensayo de compresión
- Ph del vidrio y el agregado

Adjunto los formatos de los ensayos realizados.

Atte.

 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
  
Bach/Ing. Civil Noelia H. Gutierrez Vargas  
JEFE DE LABORATORIO  
DNI: 45544092

  
 ERIC REM LOVÓN DAVILA  
Msc. INGENIERÍA ESTRUCTURAL  
Y GEOTECNIA  
Reg. CIP. 140458

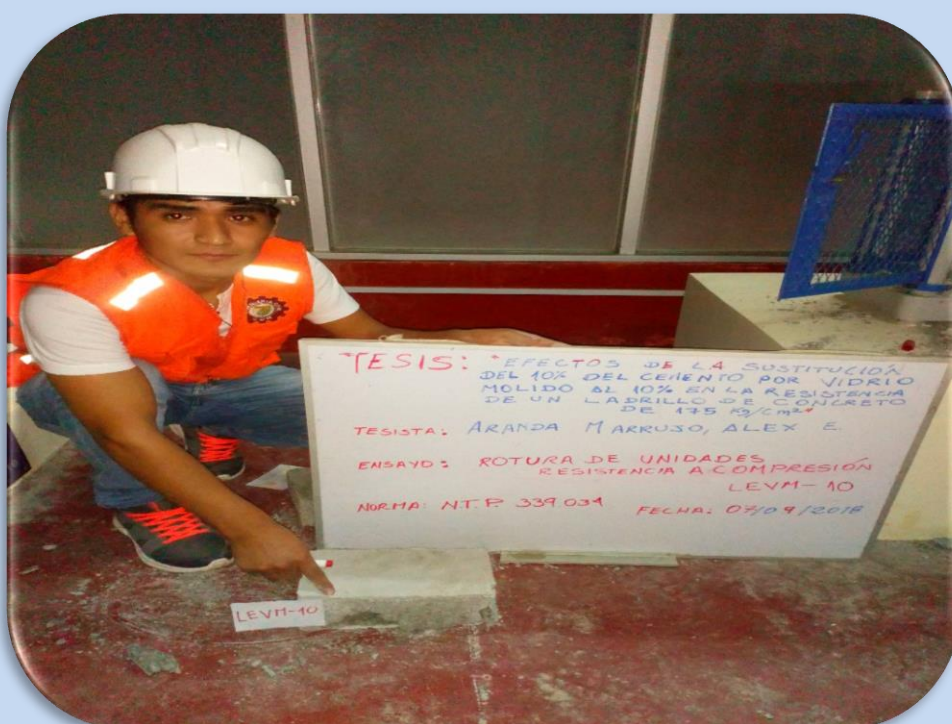
Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco –  
Perú

E-mail: [eapincivil@udh.edu.pe](mailto:eapincivil@udh.edu.pe)  
E-mail: [eaparquitectura@udh.edu.pe](mailto:eaparquitectura@udh.edu.pe)



## **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

### **“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO DE 175 KG/CM<sup>2</sup>”**



**TESISTA:** BACH. ARANDA MARRUJO, Alex Eli.

**DISTRITO:** AMARILIS.

**PROVINCIA:** HUANUCO.

**DEPARTAMENTO:** HUÁNUCO.

**REGIÓN:** HUÁNUCO.

Huánuco, Julio del 2019.





## INDICE

<b>1. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ACTIVIDADES REALIZADAS AL AGREGADO NATURAL .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Visita a cantera .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Lavado de Agregado .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3. Tamizado del Agregado .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4. Selección de Muestras para los Ensayos .....</b>	<b>5</b>
<b>2.5. Cuarteo – (NTP 339.089) .....</b>	<b>5</b>
<b>2.6. Contenido de Humedad – (N.T.P 339.127 / ASTM D 2216).....</b>	<b>7</b>
<b>2.7. Ensayo de Granulometría - (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33).....</b>	<b>7</b>
<b>2.8. Ensayo de Pesos Volumétricos – (N.T.P 400.017 / ASTM C 29).....</b>	<b>9</b>
<b>2.9. Ensayo de Densidad Relativa del Agregado Grueso – (N.T.P. 400.021 / ASTM C 127).....</b>	<b>9</b>
<b>2.10. Ensayo de Absorción y Gravedad Especifica del Agregado Grueso – (N.T.P. 400.021 / ASTM C 127) .....</b>	<b>10</b>
<b>2.11. Ensayo de Absorción del Agregado Fino - (N.T.P. 400.021/ A.S.T.M. C-125) .....</b>	<b>12</b>
<b>2.12. Ensayo de PH del Agregado – (N.T.P. 339.176 / ASTM D 1293).....</b>	<b>12</b>
<b>3. ACTIVIDADES REALIZADAS AL CEMENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1. Ensayo de densidad relativa del cemento – (N.T.P. 334.005 / ASTM C 188) .....</b>	<b>14</b>
<b>4. ACTIVIDADES REALIZADAS AL VIDRIO .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Lavado del material no natural. ....</b>	<b>15</b>
<b>4.2. Triturado del material no natural. ....</b>	<b>16</b>
<b>4.3. Selección de muestras de vidrio molido para ensayos. ....</b>	<b>17</b>
<b>4.4. Tamizado del Vidrio Molido - (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33) .....</b>	<b>18</b>
<b>4.5. Ensayo de Densidad relativa del Vidrio Molido pasado la malla N° 200 – (N.T.P. 400.021 / ASTM C 127) .....</b>	<b>18</b>
<b>4.6. Ensayo del PH del vidrio molido - (N.T.P. 339.176 / ASTM D 1293) ...</b>	<b>19</b>
<b>5. ELABORACION DEL CONCRETO PARA LOS LADRILLOS .....</b>	<b>20</b>



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



5.1. Diseño de concreto por resistencia – (N.T.P. 334.089 / ASTM C 260) .	21
6. ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LOS LADRILLOS. ....	21
6.1. Ensayo de Asentamiento del concreto – (NTP 339.035 / ASTM C 143)	21
6.2. Temperatura – (NTP 339.184 / ASTM C 1064).....	22
6.3. Peso unitario y Rendimiento – (N.T.P. 339.046 / ASTM C 138) .....	23
6.4. Elaboración y Curado de ladrillos de concreto .....	24
6.5. Ensayo de Resistencia a la Compresión - (NTP 339.034 / ASTM C 39)	26



UDH  
UNIVERSIDAD DE HUANUCO  
<http://www.udh.edu.pe>



## INTRODUCCIÓN

Actualmente se han desarrollado diferentes estudios para lograr un aprovechamiento de agregados no convencionales en la preparación de mezclas de concreto debido a que la producción masiva de concreto ha generado un sobreconsumo de agregados naturales (grava y arena). Estudios previos han analizado el efecto en mezclas de concreto de agregados como: fibras de polipropileno, viruta de acero, escoria de fundición, bagazo de caña, estopa de coco y escombros; aprovechando materiales que anteriormente eran desechados y a su vez mejorando las propiedades del concreto. El presente proyecto estudia la influencia del uso de vidrio molido como agregado sobre la resistencia de un ladrillo de concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup>.

En el Perú, actualmente la disposición de los diversos desechos generados por la actividad humana se ha convertido en un problema debido a una serie de factores y posibles consecuencias, entre las cuales tenemos: problemas sanitarios, costos de transporte, contaminación, impacto ambiental, y desperdicio de recursos materiales en capacidad de ser reutilizados o reciclados. Entre los elementos desechados, el vidrio presente en los botaderos, es uno de los materiales que necesita mayor tiempo para su descomposición; por otro lado, el no aprovechar recursos como este implica el uso de combustibles, así como la contaminación durante las etapas de extracción, procesamiento, producción, distribución y comercialización; de igual manera es preciso mencionar que en temas de impacto ambiental, la extracción de materias primas, y su procesamiento, producen erosión de terrenos, contaminación de aguas superficiales y subterráneas y una serie de efectos y costos indirectos a ser considerados para validar y justificar su reciclaje.

El presente proyecto se enfoca en el análisis del uso del vidrio molido como sustituto parcial a los agregados tradicionales empleados en la fabricación artesanal de ladrillos de concreto, a fin de validar su aplicación. Se analizan las propiedades mecánicas de los adoquines para verificar el cumplimiento de los estándares nacionales, a más de



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



analizar posibles ventajas comparativas, fundamentalmente sobre el impacto en la resistencia al desgaste final.

El uso del ladrillo de concreto es muy común en zonas vulnerables, donde la autoconstrucción con ladrillo de concreto ha demostrado ser la respuesta apropiada y quizás, la única vía posible mediante la cual la gente de muy escasos recursos económicos pueda adquirir una casa digna.

El Reglamento Nacional de Edificaciones E.070. Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso sea manipulada con una sola mano. Las unidades de albañilería en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrían ser fabricados de manera artesanal o industrial.

El ladrillo de concreto es un material muy barato y que tiene un gran aislamiento térmico haciendo estas casas muy acogedoras. El gran problema surge cuando en las construcciones de estas viviendas no se cuenta con asesoría técnica y se construyen de manera muy informal, llevando esta mala construcción al colapso ante alguna eventualidad sísmica.

Las casas de ladrillo de concreto bien diseñadas y bien construidas pueden ser, por su simplicidad, duración y costo, la base para resolver el problema de la vivienda, sobretodo la del tipo rural, en los países subdesarrollados como el Perú.



## **INFORME TECNICO DEL ESTUDIO MECANICA DE SUELOS**

### **1. OBJETIVOS**

#### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar el efecto de la Sustitución del 10% del Cemento por Vidrio Molido al 10% en la Resistencia de un Ladrillo de Concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Obtener el vidrio molido, que pase la malla N° 200.
- Determinar la Relación Agua / Cemento de mezcla para la elaboración de los ladrillos Patrón y Experimental.
- Determinar la resistencia de ladrillos de concreto a los 7, 14 y 28 días de curado sumergido en agua tanto del ladrillo de concreto Patrón como el Experimental y comparar resultados.

### **2. ACTIVIDADES REALIZADAS AL AGREGADO NATURAL**

Para poder realizar los ensayos del proyecto de investigación al agregado natural se realizaron actividades iniciales programadas.

#### **2.1. Visita a cantera**

Para realizar los ensayos necesarios se visitó la cantera de agregados obtenidos del río Huallaga de la provincia de Huánuco, denominada Asociación de Extractores de Materiales No Metálicos - cantera Andabamba, teniendo como base las Normas Técnicas Peruanas (N.T.P). Esta establece los procedimientos para la descripción de suelos para propósitos de ingeniería.



## 2.2. Lavado de Agregado

Luego del proceso de cuarteo se procede al lavado de las muestras para realizar los ensayos respectivos.



Se observa el proceso de lavado del agregado para las muestras de los ensayos respectivos.

## 2.3. Tamizado del Agregado



Se observa la selección de muestras para el tamizado para luego hacer los ensayos programados

## 2.4. Selección de Muestras para los Ensayos

Para la selección de muestras se procede a pesar el agregado de acuerdo a la malla elegida de la norma ASTM C – 33, con total de 30 kg con tres bolsas para luego realizar el cuarteo para hacer los ensayos del agregado.



Se observa la selección de muestras para los diferentes ensayos a realizarse

## 2.5. Cuarteo – (NTP 339.089)

Para realizar el cuarteo primero procedemos a echar el material al piso, luego se forma una ruma de agregado y se extiende con una pala hasta darle una base rectangular de espesor uniforme.

Se divide el material en cuatro partes iguales, se toma como muestra representativa dos partes opuestas que tengan características semejantes desechando las otras dos.

Luego se mezclan las dos partes elegidas, para uniformizarlas y se repite la operación antes hecha hasta que se obtenga la cantidad de muestra que se requiere para la ejecución del ensayo de laboratorio deseado.



Se observa la uniformización del material sobre el piso con la ayuda de una pala y se procedió a dividirlo en cuatro partes iguales.



Se tomó las dos partes opuestas de características semejantes y luego se repite el proceso del cuarteo.



## 2.6. Contenido de Humedad – (N.T.P 339.127 / ASTM D 2216)

En este ensayo nos indica el porcentaje de agua que posee el agregado y se obtiene al determinar el contenido de agua de una muestra húmeda secada al horno a 110°C, entre el peso de la materia; y a este coincide se multiplica por 100. Los agregados usualmente son considerados en un estado saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos y llenos de agua y libre de humedad superficial, siendo una condición ideal para fines prácticas de diseño y dosificación ya que se supone que los agregados no añaden ni quitan agua a la mezcla.



Se observa el pesado de la muestra (M-1), tanto para el agregado fino y agregado grueso y luego se colocan en el horno a una temperatura de 110 C°.

## 2.7. Ensayo de Granulometría - (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33)

Esta propiedad caracteriza al agregado en base a la densidad de tamaños de sus partículas que lo conforman. Para esta caracterización de tamaños debe analizar mediante su separación en 7 fracciones, cribándola a través de las malla normalizadas como “serie estándar” cuyas aberturas se duplican sucesivamente a partir de la más reducida que es igual a 0.150mm

(ASTM N° 100) y cuyo procedimiento de ensayo está dado por la norma indicada. La importancia de esta propiedad es que de acuerdo a la forma como están distribuidos sus tamaños tienen influencia directa sobre el comportamiento del cemento fresco y endurecido.

## Requisitos granulométricos:

Malla		% que pasa
3/8"	9.5mm	100
N°4	4.75mm	95-100
N°8	2.36mm	80-100
N°16	1.18mm	50-100
N°30	600um	25-60
N°50	300um	10-30
N°100	150um	0

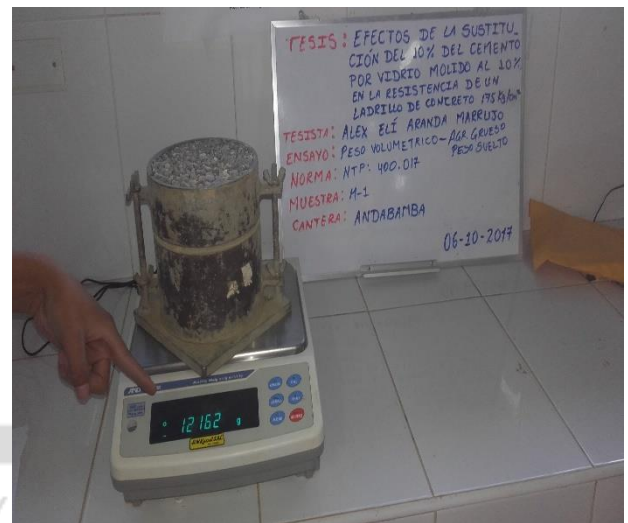
FUENTE: Norma ASTM C-33. Granulometría



Se observa el proceso del tamizado y el pesado del agregado grueso de la M-1 tanto en peso seco, peso seco lavado y así respectivamente la M-2 y la M-3.

**2.8. Ensayo de Pesos Volumétricos – (N.T.P 400.017 / ASTM C 29)**

El ensayo de peso volumétrico de un agregado es el peso de un volumen establecido, considerando los vacíos que se encuentran en su interior; se expresa como el peso de material por cubo. El peso unitario se expresa en dos formas: el suelto y el compactado, generalmente se expresa en kilos por metro cubico.



<http://www.udh.edu.pe>

Se observa la medición del molde y el pesado del agregado grueso en molde de la M-1 tanto en peso suelto, peso varillado y así respectivamente la M-2 y la M-3, en agregado grueso y agregado fino.

**2.9. Ensayo de Densidad Relativa del Agregado Grueso – (N.T.P. 400.021 / ASTM C 127)**

En este ensayo la muestra que tenemos de los agregados se sumerge en agua por 24h. Aproximadamente para llenar los poros esenciales. Luego se retira del agua de la superficie de las partículas, y se pesa. Por segunda vez la muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua.

Finalmente la muestra es secada en el horno y se pesa por tercera vez. Usando así los pesos obtenidos y formulados en este ensayo.

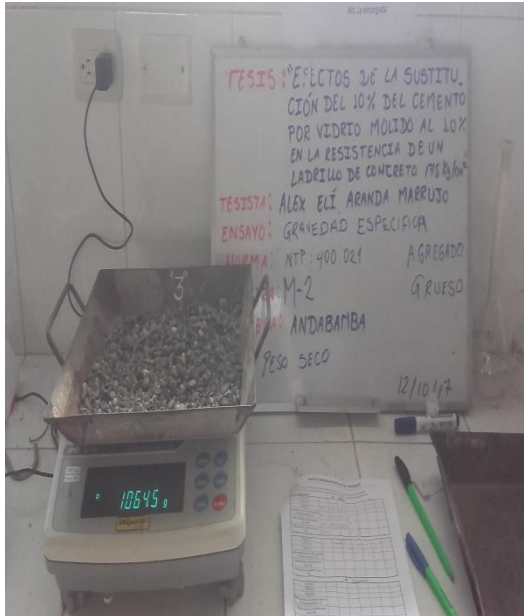


Se observa la medición de la muestra saturada del agregado más peso de fiola y posteriormente el colocado al horna para su secado.

## 2.10. Ensayo de Absorción y Gravedad Específica del Agregado Grueso – (N.T.P. 400.021 / ASTM C 127)

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado grueso después de ser secado a peso constante y luego sumergido 24 horas en agua. La absorción de un agregado se indica por el porcentaje total de agua interna que le es necesario tomar a un agregado para llegar a la condición de saturado con superficie seca; condición de equilibrio. Es una medida de la porosidad del agregado y su valor máximo permite saber cuánto de agua tomara el agregado en la mezcla del concreto. La absorción no suele exceder de 3% para el agregado grueso.





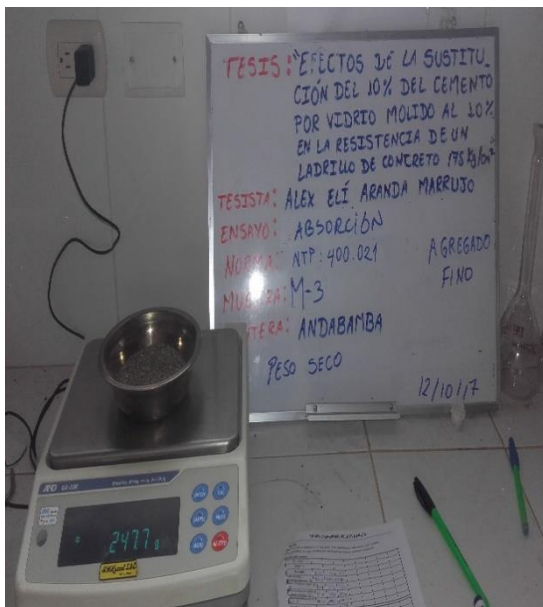
Se observa la medición de la muestra en peso seco para el ensayo y también se visualiza la medición de la muestra en peso sumergido en el ensayo de gravedad específica del agregado grueso.



Se observa la medición de la muestra en peso seco para el ensayo y también se visualiza la medición de la muestra en peso sumergido en el ensayo de absorción del agregado grueso.

### 2.11. Ensayo de Absorción del Agregado Fino - (N.T.P. 400.021/ A.S.T.M. C-125)

La absorción de un agregado se indica por el porcentaje total de agua interna que le es necesario tomar a un agregado para llegar a la condición de saturado con superficie seca; condición del equilibrio. Es una medida de la porosidad del agregado y su valor máximo permite saber cuánto de agua tomara el agregado en la mezcla del concreto. La absorción en el agregado fino no suele exceder del 5%.

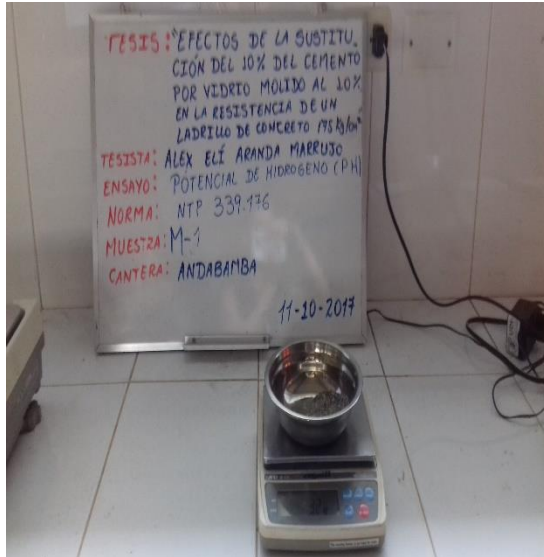


Se observa la medición de la muestra en peso seco para el ensayo y también se visualiza la medición de la muestra en peso sumergido 24 hr. En el ensayo de absorción del agregado fino.

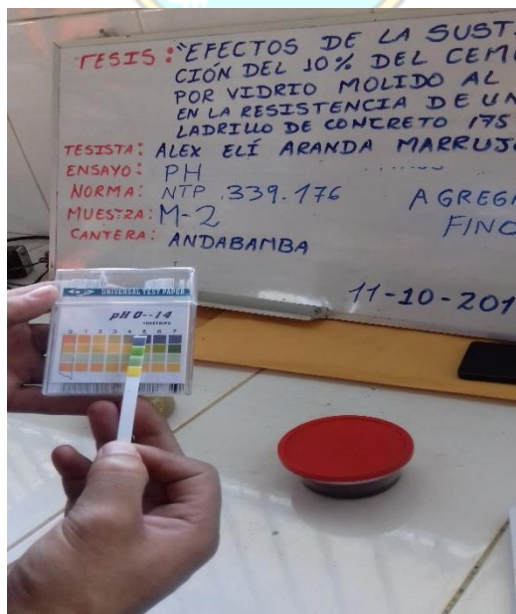
### 2.12. Ensayo de PH del Agregado – (N.T.P. 339.176 / ASTM D 1293)

Para llevar a cabo este ensayo de potencial de hidrogeno para concreto, se preparan la muestras mezclando la muestra representativa del agregado con suficiente agua para formar una pasta. Cuando la muestra este completamente húmedo, se sumerge o se aplica la tira de papel indicador universal durante unos pocos segundos en la muestra que se está ensayando.

Los líquidos viscosos o coloreados, así como las suspensiones, se gotean en el papel. Luego se compara el color del papel humedecido. El color de la escala que más se aproxime a la coloración del papel humedecida, da directamente el Ph aproximado de la muestra ensayada.



Se observa el pesado de la muestra para luego hacer el mezclado con suficiente agua para luego medir el Ph con el papel indicador universal.



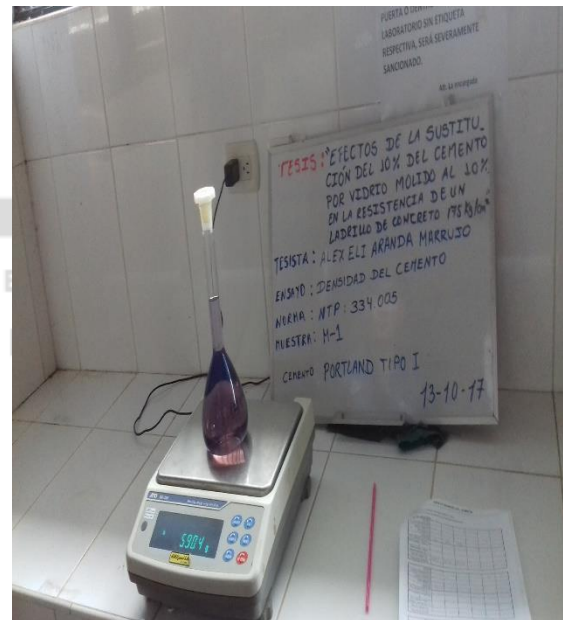
Se observa la medición del Ph y la comparación de colores en la escala de medición universal.



### 3. ACTIVIDADES REALIZADAS AL CEMENTO

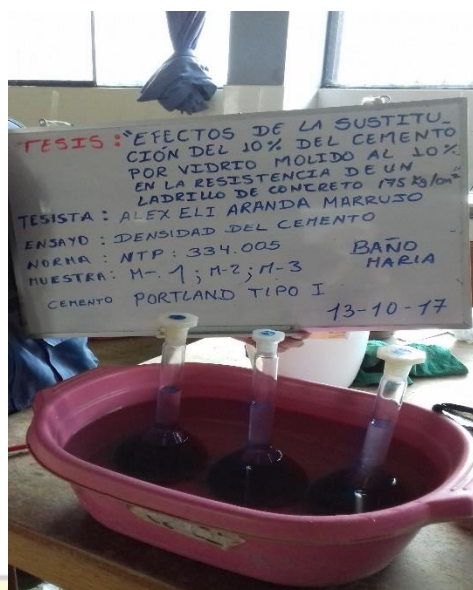
#### 3.1. Ensayo de densidad relativa del cemento – (N.T.P. 334.005 / ASTM C 188)

El peso específico relativo es la relación entre el peso de un volumen dado de material a cierta temperatura, al peso de un volumen igual de agua a esa misma temperatura. En este caso, la temperatura a la cual se haga la prueba no ocasiona mucha diferencia en los resultados; pero es importante que la temperatura del frasco, del líquido y del cemento se mantenga constante durante toda la práctica. El ensayo realizado esta normado en la ASTM C 188.



En la vista 01 se observa el pesado de la muestra de cemento en seco el tipo de cemento que se uso es el cemento portland tipo I y en la vista 02 se observa el pesado del líquido (petróleo) que se va a usar en el ensayo.





Se observa en la vista 03 la colocación de las muestras previamente mezcladas el líquido (petróleo) y el cemento en la fiola, las muestras se colocan en baño maría, luego en la vista 04 se observa el cuidado de la temperatura para que se mantenga constante.

## 4. ACTIVIDADES REALIZADAS AL VIDRIO

### 4.1. Lavado del material no natural.

El vidrio utilizado para este proyecto de investigación proviene de la recolección de desechos en su totalidad como vidrios de ventanas y botellas sin hacerse distinciones de color, procedencia, forma, ni contenidos previos, esto con la finalidad de tener una muestra lo más parecida, de fácil acceso y colaborando a no contaminar votando los vidrios.

Luego de limpiar y enjuagar los vidrios se secaron en su totalidad para evitar problemas en el proceso de trituración, sobre todo con el material fino producido en la molienda.



Se observa la recolección del material usado sin distinciones.

#### 4.2. Triturado del material no natural.

Primero se rompen las botellas parcialmente utilizando un martillo, las botellas fueron colocadas dentro de una carretilla tapada con madera para evitar que el vidrio se expanda en el lugar y para evitar accidentes hasta llegar a unas dimensiones adecuadas para ello.

Una vez alcanzado un tamaño adecuado del vidrio, se procedió a triturar en un balde de lata de aceite y con una comba. Luego se le colocó el material a la mezcladora eléctrica de concreto, ello para que el material pierda el filo y no ocasione lesiones al manipular el material de vidrio, esto se hace durante 1.5 a 2 minutos con 30 kg de vidrio por tanda.

El proceso de molienda descrito se realiza reiteradas ocasiones, para obtener la cantidad deseada de material triturado.

Para la correcta consecución de los pasos mencionados, fue necesario tomar resguardos por un tema de seguridad, debido a la naturaleza extremadamente abrasiva del material triturado, utilizando implementos de seguridad básicos como mascarilla, lentes protectores, guantes y zapatos de seguridad, teniendo especial cuidado con el material triturado más fino.

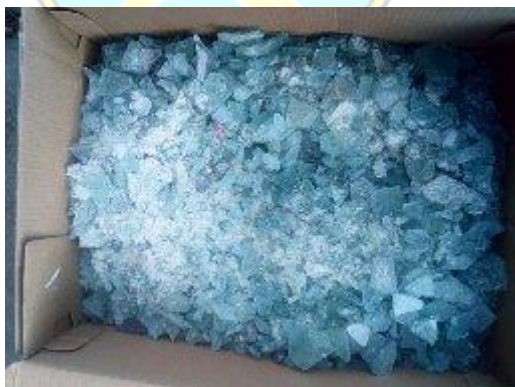


Se observa la trituración del vidrio con una comba, la trituración de este material se hace con total seguridad debemos estar debidamente con los respectivos equipos de seguridad (EPP).

#### 4.3. Selección de muestras de vidrio molido para ensayos.

Para la selección de muestras de vidrio molido para este proyecto de investigación se procedió a juntar toda la muestra posible ya que solo se usará la malla N° 200 para el tamizado y de trituro lo más fino posible para obtener suficiente para nuestros ensayos.

<http://www.udh.edu.pe>



Se observa la selección de vidrio triturado lo suficiente para nuestros ensayos.



**4.4. Tamizado del Vidrio Molido - (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33)**

El proceso de tamizado de muestras de vidrio molido solo se realizó con la malla N° 200, ya que solo es esa malla que se utilizara para esta investigación.



Se observa el tamiz que se utilizó y el material utilizado que es el pasante de la malla N° 200.

**4.5. Ensayo de Densidad relativa del Vidrio Molido pasado la malla N° 200 - – (N.T.P. 400.021 / ASTM C 127)**

Una de las propiedades físicas de los agregados es la DENSIDAD. Al realizar este ensayo podemos decir que de acuerdo a los tipos de agregados encontraremos partículas que tienen poros saturables como no saludables que dependiendo de su permeabilidad pueden estar vacíos parcialmente saturados o totalmente llenos de agua, generando así una serie de estados de humedad y densidad.

Sabiendo lo que más nos interesa en el diseño de mezcla es la densidad aparente de los agregados es por eso que realizamos este ensayo al vidrio molido pasado la malla N° 200. Este factor es importante para el diseño de mezcla porque con él podemos determinar la cantidad de agregado requerido para un volumen unitario de concreto.



Se observa el pesado de la muestra en peso seco y se observa el pesado la muestra completamente sumergida en la fiola.

## 4.6. Ensayo del PH del vidrio molido - (N.T.P. 339.176 / ASTM D 1293)

Para llevar a cabo este ensayo de potencial de hidrogeno para el vidrio molido, se preparan la muestras mezclando la muestra representativa del vidrio molido con suficiente agua para formar una pasta. Cuando la muestra este completamente húmedo, se sumerge o se aplica la tira de papel indicador universal durante unos pocos segundos en la muestra que se está ensayando.

Los líquidos viscosos o coloreados, así como las suspensiones, se gotean en el papel. Luego se compara el color del papel humedecido. El color de la escala que más se aproxime a la coloración del papel humedecida, da directamente el Ph aproximado de la muestra ensayada.



## 5. ELABORACION DEL CONCRETO PARA LOS LADRILLOS

La dosificación en la elaboración del concreto para los ladrillos es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua y cemento que conforman la mezcla para la elaboración de nuestras unidades.

La dosificación o proporcionamiento de los materiales se hará por volúmenes, utilizando latas, baldes, carretillas.



Se observa el respectivo proporcionamiento para nuestro diseño de mezcla para los ladrillos de concreto de  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$



**5.1. Diseño de concreto por resistencia – (N.T.P. 334.089 / ASTM C 260)**

Definido el proporcionalamiento de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. Para mezclar los materiales que se van a utilizar usamos la mezcladora (tipo trompo) se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados en el tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega agua y se continua mezclando durante 3 a 6 minutos.



Se observa el proceso de mezclado de los agregado fino, agregado grueso, cemento y agua en el trompo.

Para los ladrillos de una Resistencia de  $f_c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.

**6. ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LOS LADRILLOS.****6.1. Ensayo de Asentamiento del concreto – (NTP 339.035 / ASTM C 143)**

El proceso para este ensayo, se coloca una muestra del concreto fresco compactado y varillado en un molde de cono trunco (cono de abrams), el molde es elevado permitiendo al concreto desplazarse hacia abajo. La distancia entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se reporta como el asentamiento del concreto.

**EQUIPO PARA MEDIR EL ASENTAMIENTO:**

- Cono de Abrams.
- Barra compactadora – barra de acero lisa de 16 mm (5/8”).
- Instrumento de medida.
- Herramientas pequeñas.



Se observa el levantado del molde cuidadosamente en dirección vertical, luego se observa la medición del asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro de la cara superior del cono de abrams.

**6.2. Temperatura – (NTP 339.184 / ASTM C 1064)**

Se determina la temperatura del concreto fresco para verificar el cumplimiento de los requerimientos específicos. La temperatura del concreto depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, además del calor liberado por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente.





Se observa la temperatura del concreto fresco y se verifica el cumplimiento de los requerimientos específicos.

### 6.3. Peso unitario y Rendimiento – (N.T.P. 339.046 / ASTM C 138)

El objetivo de este ensayo es de determinar el peso de 1m<sup>3</sup> de concreto.

El peso unitario normalmente está entre 2240kg/m<sup>3</sup> a 2460kg/m<sup>3</sup>.

#### EQUIPO – PESO UNITARIO:

- Balanza
- Varilla o vibrador
- Recipiente cilíndrico
- Placa de Enrasado
- Mazo de goma



Se observa el pesaje del molde más el peso del concreto en estado fresco, para luego pasar a determinar el peso unitario.

#### 6.4. Elaboración y Curado de ladrillos de concreto

La elaboración de los ladrillos de concreto se realizaron siguiendo la norma técnica, se realizó en moldes rectangulares de 9 cm x 24 cm. La elaboración con moldes metálicos tienen un mecanismo de expulsión constituido por unas asas. La caja del molde debe tener en la base, dimensiones ligeramente mayores que en la parte superior la cual facilita el desmoldaje.

Debe limpiarse con petróleo después de cada jornada.

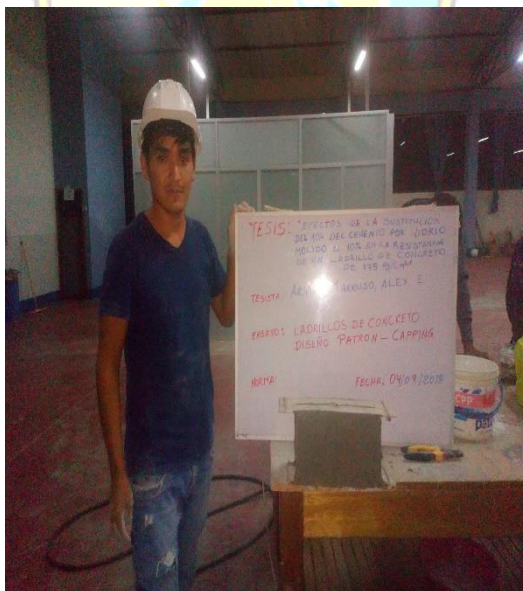
##### EQUIPO

- Moldes rectangulares
- Varilla
- Mazo de goma
- Pala, plancha de albañil, regla para enrasar
- Carretilla u otro recipiente para muestreo y remezclado





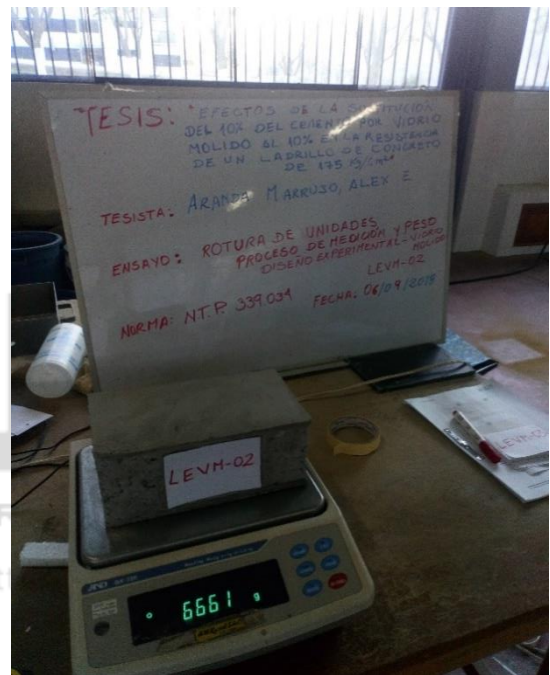
En la vista 01 se observa la elaboración de unidades de ladrillos patrón (LP), en la vista 02 se observa la elaboración de unidades de ladrillo experimental (LEVM).



Se observa el proceso de curado y alabeo (CAPPING), donde se elimina todos con los defectos en las unidades de ladrillo tanto en LP y LEVM.

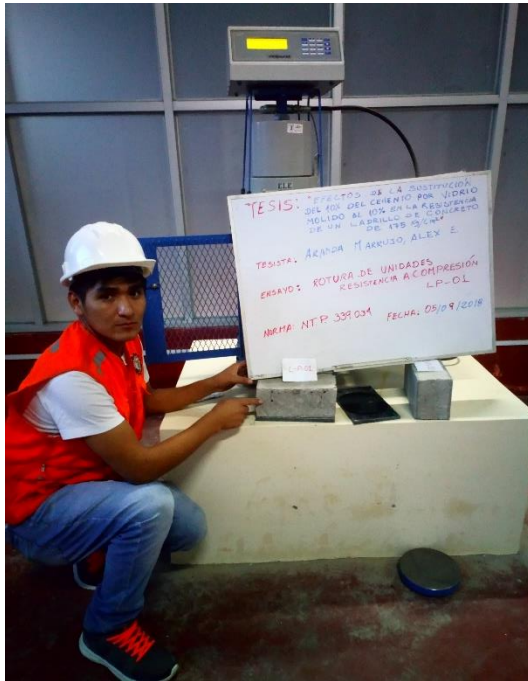
**6.5. Ensayo de Resistencia a la Compresión - (NTP 339.034 / ASTM C 39)**

Es la medida más común de desempeño que usan los ingenieros para diseñar cualquier estructura. Los resultados de pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para evaluar el cumplimiento del concreto suministrado con la resistencia especificada  $f'_c$ .



Se observa la medición de cada espécimen entero en largo, el ancho y la altura, con precisión de 1mm; cada medida que se obtiene es el promedio en los bordes de cada cara, para cada LP y LEVM.





Se observa el proceso de colocación y rotura de las unidades de ladrillo de concreto, en los ladrillos patrón (LP), en los días 7, 14 y 28 respectivamente.



Se observa el proceso de colocación y rotura de las unidades de ladrillo de concreto, en los ladrillos experimentales de vidrio molido (LEVM), en los días 7, 14 y 28 respectivamente.



# PANEL FOTOGRÁFICO



# FOTOS DE ENSAYOS LABORATORIO



**VISTA FOTOGRAFICA DE LOS ENSAYOS****1. LAVADO DE AGREGADO****2. TAMIZADO DEL AGREGADO**



### 3. SELECCIÓN DE MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS



### 4. CUARTEO – (NTP 339.089)







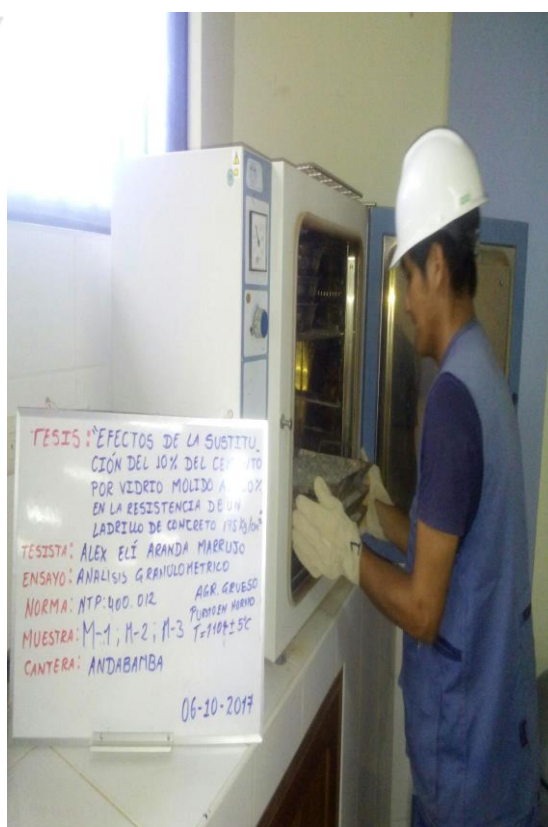
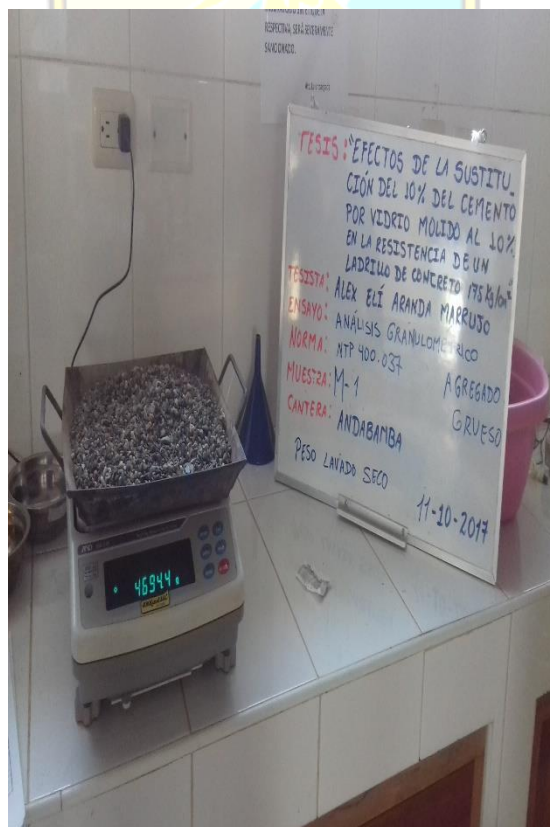
## 5. CONTENIDO DE HUMEDAD – (N.T.P 339.127 / ASTM D 2216) (M1, M2, M3)-AGREGADO GRUESO



## (M1, M2, M3)-AGREGADO FINO



## 6. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA - (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33) (M1, M2, M3) - AGREGADO GRUESO





## (M1, M2, M3) - AGREGADO FINO





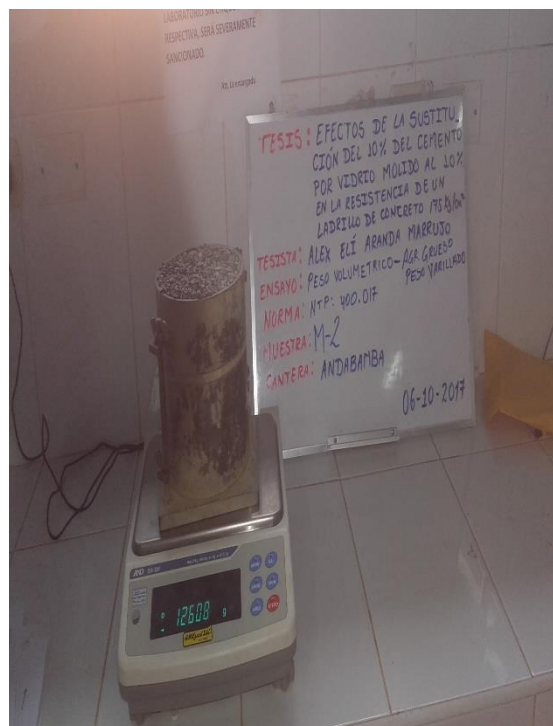
## 7. ENSAYO DE PESOS VOLUMÉTRICOS – (N.T.P 400.017 / ASTM C 29) (M1, M2, M3) – AGREGADO GRUESO

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

<http://www.udh.edu.pe>



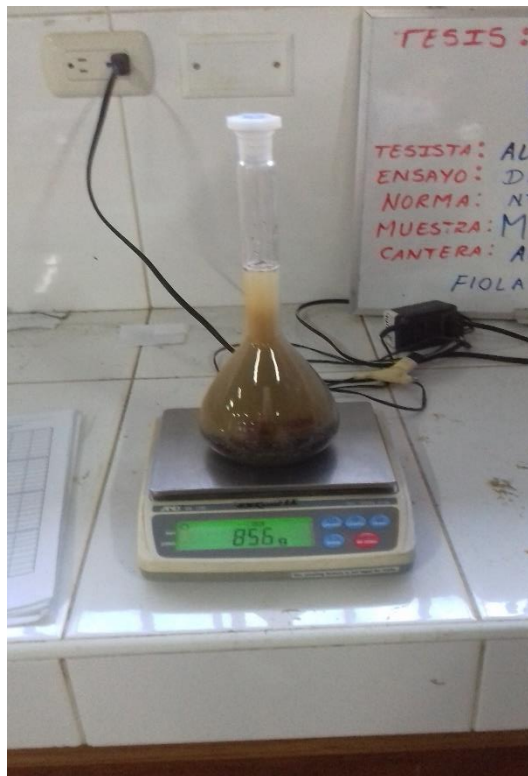




(M1, M2, M3) – AGREGADO FINO



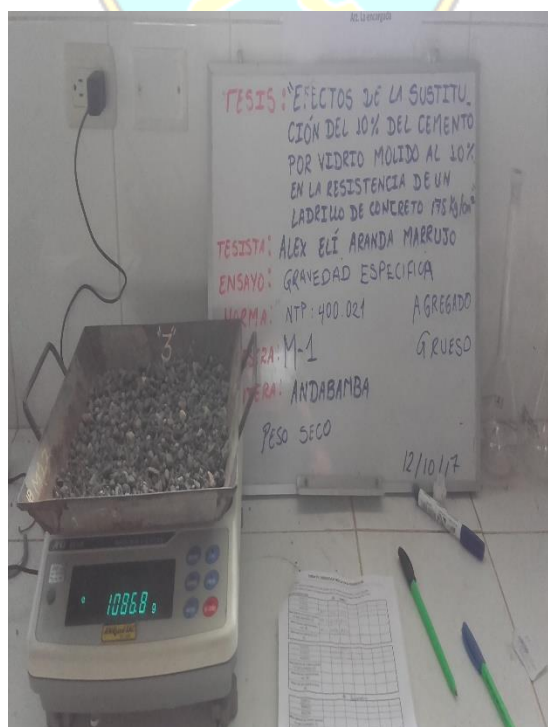
## 8. ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DEL AGREGADO FINO – (N.T.P. 400.021 / ASTM C 127)



## 9. ENSAYO DE ABSORCIÓN Y GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO – (N.T.P. 400.021 / ASTM C 127)

GRAVEDAD ESPECIFICA - M1, M2, M3

<http://www.udh.edu.pe>





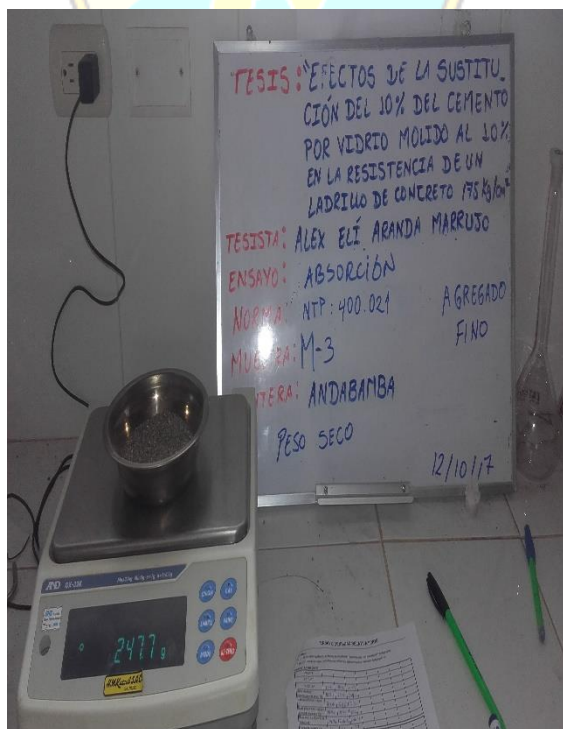
## ABSORCION – M1, M2, M3

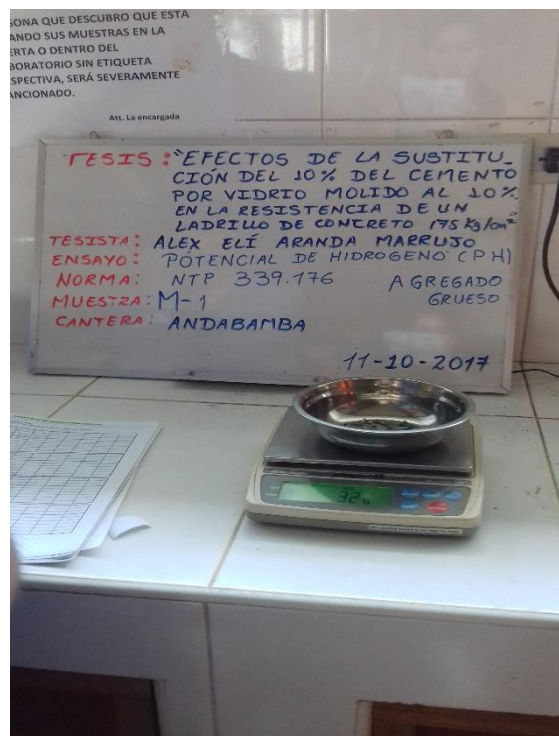


## 10. ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - (N.T.P. 400.021/ A.S.T.M. C-125) – M1, M2, M3

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

<http://www.udh.edu.pe>



**11. ENSAYO DE PH DEL AGREGADO – (N.T.P. 339.176 / ASTM D 1293)****AGREGADO GRUESO - M1, M2, M3**



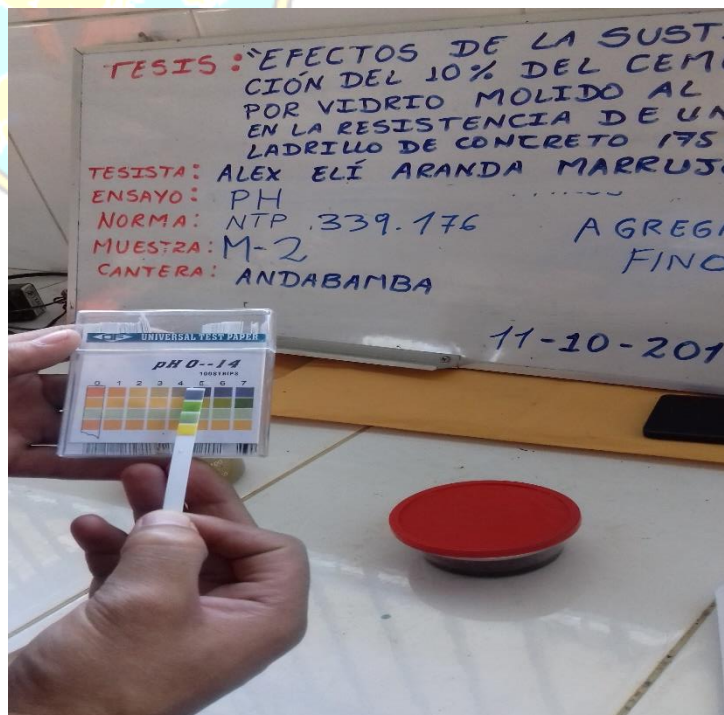


## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

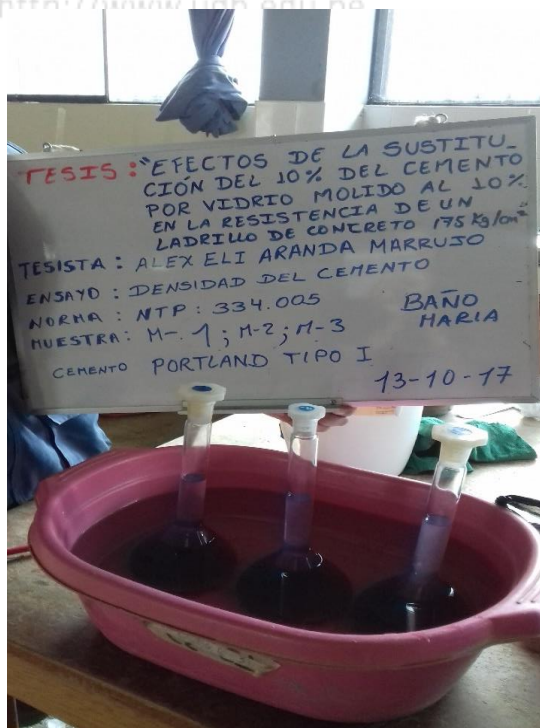
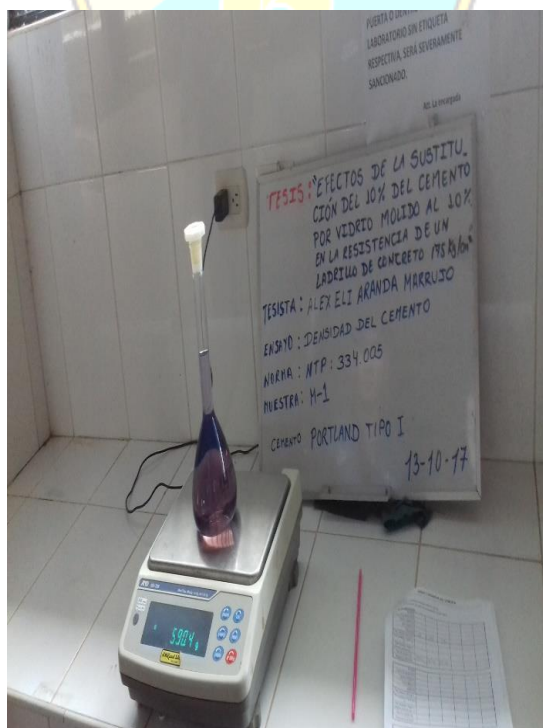


### AGREGADO FINO – M1, M2, M3



## ENSAYOS REALIZADOS AL CEMENTO

### 1. ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DEL CEMENTO – (N.T.P. 334.005 / ASTM C 188) M1, M2, M3





## ENSAYOS REALIZADOS AL VIDRIO

### 1. LAVADO DEL MATERIAL NO NATURAL



### 2. TRITURADO DEL MATERIAL NO NATURAL



## 3. SELECCIÓN DE MUESTRAS DE VIDRIO MOLIDO PARA ENSAYOS



## 4. TAMIZADO DEL VIDRIO MOLIDO - (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33)





**5. ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DEL VIDRIO MOLIDO PASADO LA MALLA N° 200 -- (N.T.P. 400.021 / ASTM C 127)  
M1, M2, M3**



**6. ENSAYO DEL PH DEL VIDRIO MOLIDO - (N.T.P. 339.176 / ASTM D 1293)**  
M1, M2, M3**ENSAYOS REALIZADOS DEL CONCRETO PARA LOS LADRILLOS****1. DISEÑO DE CONCRETO POR RESISTENCIA – (N.T.P. 334.089 / ASTM C 260)**



**2. ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO – (NTP 339.035 / ASTM C 143)****3. TEMPERATURA – (NTP 339.184 / ASTM C 1064)**



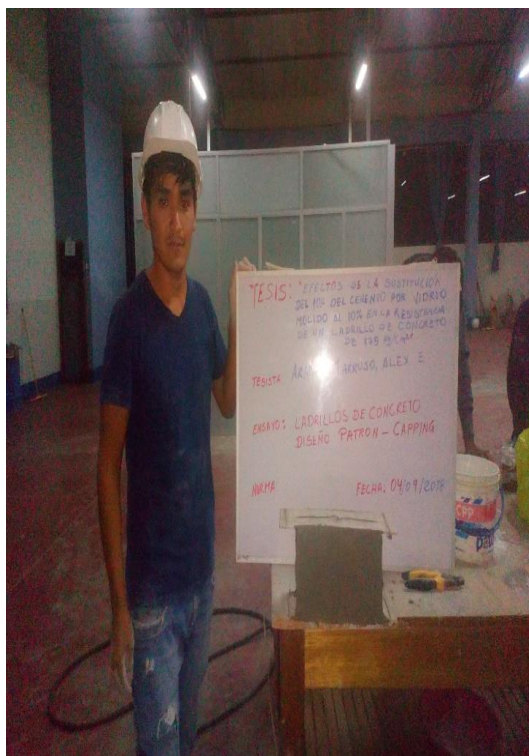
## 4. PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO – (N.T.P. 339.046 / ASTM C 138)



## 5. ELABORACIÓN Y CURADO DE LADRILLOS DE CONCRETO

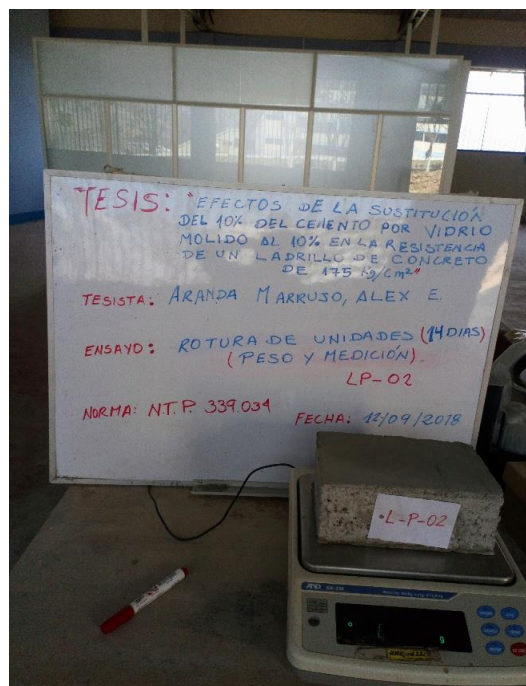




**6. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - (NTP 339.034 / ASTM C 39)**  
**LADRILLOS PATRON – 7 DIAS**



## LADRILLOS PATRON – 14 DIAS

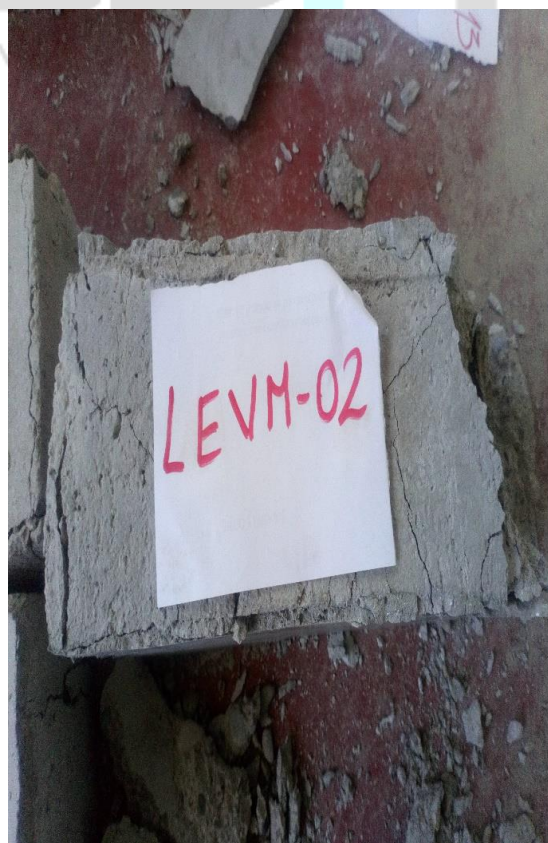




## LADRILLOS PATRON – 28 DIAS

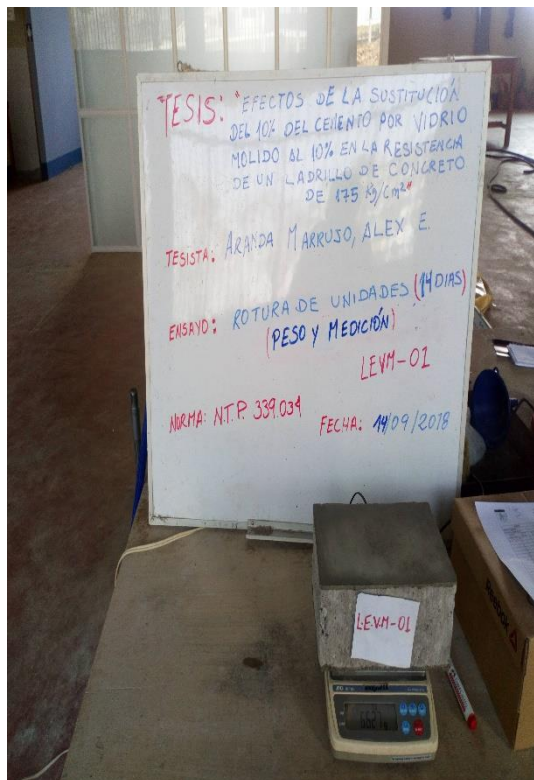




**LADRILLOS EXPERIMENTAL VIDRIO MOLIDO – 7 DIAS**



## LADRILLOS EXPERIMENTAL VIDRIO MOLIDO – 14 DIAS





**LADRILLOS EXPERIMENTAL VIDRIO MOLIDO – 28 DIAS**





# ENSAYOS



# ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## CONTENIDO DE HUMEDAD

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"

#### Tesis :

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM2.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha :** OCTUBRE DEL 2017.

#### 1.- Referencia:

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

**2.- Objeto:** Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa.

**3.- Materiales:** Balanza digital, bandejas, horno.

#### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 362812 m	NORTE: 8900606 m	msnm: 1910		18 L
Localización:	CANTERA HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.				

#### 5.- Análisis:

N° ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso agregado natural húmedo + bandeja	1033.4 g	1045.6 g	1016.0 g
Peso agregado natural seco + bandeja	1026.0 g	1038.0 g	1009.0 g
Peso bandeja	57.1 g	56.7 g	56.4 g
Peso agregado húmedo	976.3 g	988.9 g	959.6 g
Peso agregado seco	968.9 g	981.3 g	952.6 g
Peso del agua	7.4 g	7.6 g	7.0 g
% Contenido de humedad	0.76 %	0.77 %	0.73 %

#### 6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.80 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	7.7 gr. 7.7 cm³



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## CONTENIDO DE HUMEDAD

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"

#### Tesis :

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM2.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha :** OCTUBRE DEL 2017.

#### 1.- Referencia:

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

**2.- Objeto:** Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa.

**3.- Materiales:** Balanza digital, bandejas, horno.

#### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Agregado:	<b>GRUESO</b>
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	<b>M-1,2,3.</b>	Estrato: N°	<b>E - 01</b>
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 362812 m	NORTE: 8900606 m	msnm: 1910	18 L	
Localización:	<b>CANtera HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.</b>				

#### 5.- Análisis:

N° ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso agregado natural húmedo + bandeja	1047.0 g	1009.2 g	1016.0 g
Peso agregado natural seco + bandeja	1040.0 g	1003.0 g	1009.0 g
Peso bandeja	61.7 g	59.2 g	57.7 g
Peso agregado húmedo	985.3 g	950.0 g	958.3 g
Peso agregado seco	978.3 g	943.8 g	951.3 g
Peso del agua	7.0 g	6.2 g	7.0 g
% Contenido de humedad	0.72 %	0.66 %	0.74 %

#### 6.- Resultados:

<b>PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>0.70 %</b>
<b>GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>6.7 gr.</b>
	<b>6.7 cm³</b>





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ENSAYO DE pH DEL AGREGADO PARA CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE AGUA DE LOS AGREGADOS, (MÉTODO B)

<b>Tesis :</b>	EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM2.
<b>Ubicación :</b>	ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.
<b>Tesista :</b>	Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.
<b>Fecha :</b>	OCTUBRE DEL 2017.

- Referencia:** ASTM D - 1293, (Standard Test Method for pH of Water).  
NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.
- Objeto:** Determinar el grado de acidez o alcalinidad de los materiales suspendidos en el agua de los agregados para concreto.
- Materiales:** Balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico, agua destilada, muestra de agregado.

#### 4.- Datos de muestreo:

Responsable de muestreo:	Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.				
Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 362812 m E	Norte: 8900606 m S	Altitud: 1910 msnm		18 L
Localización:	CANTERA HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.				

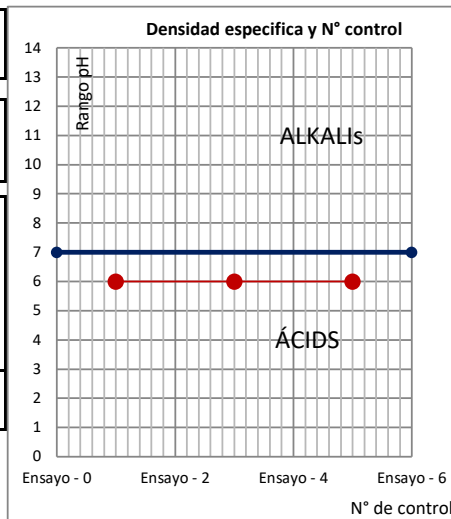
#### 5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Cantidad de agregado seco.	32.00 g	30.00 g	31.00 g
Volumen agua (muestra).	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura fluido.	24.00 °	24.10 °	23.70 °
Temperatura ambiente.	24.50 °	24.70 °	24.40 °
Potenciómetro (pH-metro).	6	6	6
Humedad relativa.	59.00 %	59.70 %	58.80 %

#### 6.- Resultados:

Rango pH:	<b>6.00</b>
Denominación de rango:	<b>Moderadamente ácido.</b>
Denominación agregado - agua:	<b>El agua genera reacciones en el concreto, como la reducción en el esfuerzo</b>
Temperatura fluido de la mezcla:	<b>23.93 °</b>

**Nota:** repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ENSAYO DE pH DEL AGREGADO PARA CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE AGUA DE LOS AGREGADOS, (MÉTODO B)

<b>Tesis :</b>	EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM2.
<b>Ubicación :</b>	ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.
<b>Tesista :</b>	Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.
<b>Fecha :</b>	OCTUBRE DEL 2017.

- Referencia:** ASTM D - 1293, (Standard Test Method for pH of Water).  
NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.
- Objeto:** Determinar el grado de acidez o alcalinidad de los materiales suspendidos en el agua de los agregados para concreto.
- Materiales:** Balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico, agua destilada, muestra de agregado.

#### 4.- Datos de muestreo:

Responsable de muestreo:	Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.				
Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 362812 m E	Norte: 8900606 m S	Altitud: 1910 msnm		18 L
Localización:	CANTERA HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.				

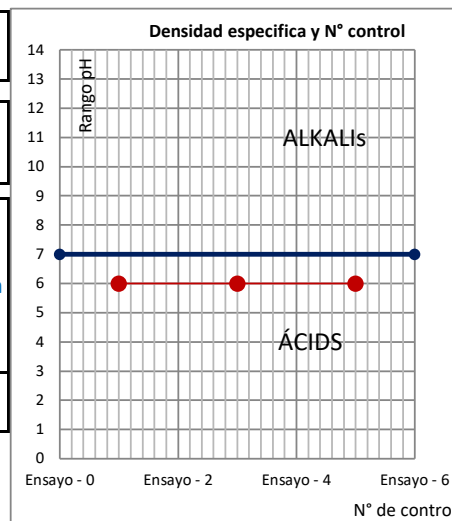
#### 5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Cantidad de agregado seco.	32.00 g	31.00 g	30.00 g
Volumen agua (muestra).	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura fluido.	24.00 °	24.10 °	23.70 °
Temperatura ambiente.	24.50 °	24.70 °	24.40 °
Potenciómetro (pH-metro).	6	6	6
Humedad relativa.	59.00 %	59.70 %	58.80 %

#### 6.- Resultados:

Rango pH:	6.00
Denominación de rango:	Moderadamente ácido.
Denominación agregado - agua:	El agua genera reacciones en el concreto, como la reducción en el esfuerzo
Temperatura fluido de la mezcla:	23.93 °

**Nota:** repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.







# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACIOS EN AGREGADOS

#### Tesis :

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha :** OCTUBRE DEL 2017.

- 1.- **Referencia:** ASTM C 29: Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate. NTP 400.017, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.
- 2.- **Objeto:** Determinar el peso volumétrico de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de volúmenes en el diseño de concreto.
- 3.- **Materiales:** Agregados, vasija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.
- 4.- **Datos de muestreo:**

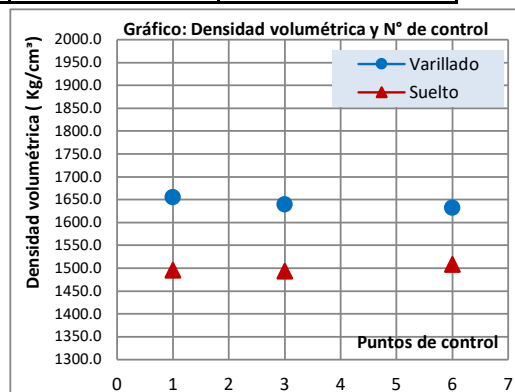
Datos de Muestreo:					
Fecha de muestreo:	05/09/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 362812 m E	Norte: 8900606 m S	Altitud: 1910 msnm		18 L
Localización:	CANTERA HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.				

#### 5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	12658.00 g.	12608.00 g.	12587.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> ), varillado.	3113.42 cm <sup>3</sup>	3113.42 cm <sup>3</sup>	3113.42 cm <sup>3</sup>
Peso del agregado suelto + recipiente.	12162.00 g.	12153.00 g.	12201.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> ), suelto.	3113.42 cm <sup>3</sup>	3113.42 cm <sup>3</sup>	3113.42 cm <sup>3</sup>
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )	7505.00 g.	7505.00 g.	7505.00 g.
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1655.09 Kg/m <sup>3</sup>	1639.04 Kg/m <sup>3</sup>	1632.29 Kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1495.78 Kg/m <sup>3</sup>	1492.89 Kg/m <sup>3</sup>	1508.31 Kg/m <sup>3</sup>

#### 6.- Resultados:

Promedio del peso volumétrica varillado:
<b>1642.00 Kg/m<sup>3</sup></b>
Promedio del peso volumétrica suelto:
<b>1499.00 Kg/m<sup>3</sup></b>





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACIOS EN AGREGADOS

#### Tesis :

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha :** OCTUBRE DEL 2017.

- 1.- **Referencia:** ASTM C 29: Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate. NTP 400.017, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.
- 2.- **Objeto:** Determinar el peso volumétrico de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de volúmenes en el diseño de concreto.
- 3.- **Materiales:** Agregados, vasija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.
- 4.- **Datos de muestreo:**

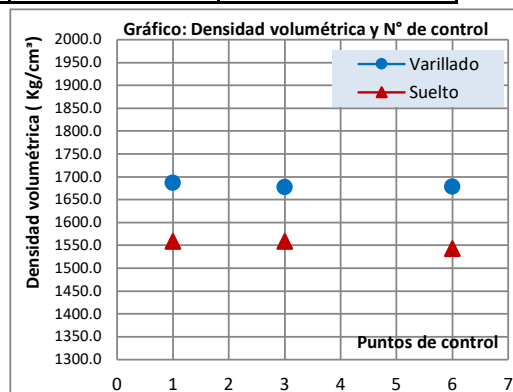
Fecha de muestreo:	05/09/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 362812 m E	Norte: 8900606 m S	Altitud: 1910 msnm	18 L	
Localización:	CANTERA HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.				

#### 5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	12756.00 g.	12727.00 g.	12731.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> ), varillado.	3113.42 cm <sup>3</sup>	3113.42 cm <sup>3</sup>	3113.42 cm <sup>3</sup>
Peso del agregado suelto + recipiente.	12358.00 g.	12357.00 g.	12307.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> ), suelto.	3113.42 cm <sup>3</sup>	3113.42 cm <sup>3</sup>	3113.42 cm <sup>3</sup>
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )	7505.00 g.	7505.00 g.	7505.00 g.
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1686.57 Kg/m <sup>3</sup>	1677.26 Kg/m <sup>3</sup>	1678.54 Kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1558.74 Kg/m <sup>3</sup>	1558.42 Kg/m <sup>3</sup>	1542.36 Kg/m <sup>3</sup>

#### 6.- Resultados:

Promedio del peso volumétrica varillado:
<b>1681.00 Kg/m<sup>3</sup></b>
Promedio del peso volumétrica suelto:
<b>1553.00 Kg/m<sup>3</sup></b>





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DE AGREGADO GRUESOS PARA CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DE AGREGADO GRUESO

#### Tesis :

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

- 1.- Referencia:** ASTM C: 127, Standard Test Method for Density, Relative (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.  
NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.
- 2.- Objeto:** Determinar la densidad relativa de agregados grueso para concreto y que estén por encima de 4.75 milímetros de diámetro.
- 3.- Materiales:** Agregado grueso, tamiz de 4.75 mm, canastilla, balanza 0.1 g, estufa, bandejas, franelas.
- 4.- Datos de muestreo:**

4. Datos de Muestreo:					
Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas Geodésicas:	Este: 362812 m E	Norte: 8900606 m S	Altitud: 1910 msnm		18 L
Localización:	CANTERA HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.				

#### 5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente del agregado saturado en agua (sumergido), (C).	688.2 g	674.5 g	515.2 g
Masa saturado superficialmente seco del agregado, (B).	1100.6 g	1076.8 g	825.2 g
Masa seco del agregado al horno, (A).	1086.8 g	1064.5 g	814.6 g
Estado seco del agregado (OD):	2.64	2.65	2.63
Estado saturado del agregado (SSD):	2.67	2.68	2.66
Humedad absorbido por el agregado (% w):	1.3 %	1.2 %	1.3 %

#### 6.- Resultados:

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco del agregado para concreto (OD):	2.64	2633.4 Kg/m <sup>3</sup>	1.2 %
Estado saturado del agregado para concreto (SSD):	2.67	2663 Kg/m <sup>3</sup>	



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DE LOS AGREGADOS FINOS PARA CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DE AGREGADO FINO, (MÉTODO GRAVIMÉTRICO)

### Tesis :

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

- 1.- Referencia:** ASTM C: 128, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate.  
NTP 400.022, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.
- 2.- Objeto:** Determinar la densidad relativa de agregados finos para concreto, y que estén por debajo de 4.75 milímetros de diámetro.
- 3.- Materiales:** Agregado fino, tamiz de 4.75 mm, Picnómetro 500 ml, balanza 0.01 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, agua destilada y franelas.
- 4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 362812 m E	Norte: 8900606 m S	Altitud: 1910 msnm		18 L
Localización:	CANTERA HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.				

### 5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa saturado superficialmente seco, (S).	256.00 g	256.00 g	255.00 g
Masa picnómetro + agua (B):	724.00 g	696.00 g	713.00 g
Masa picnómetro + agua + agregado saturado (C):	884.00 g	856.00 g	873.0 g
Masa seco del material al horno, (A).	249.20 g	248.3 g	247.7 g
Estado seco (OD):	2.60	2.59	2.61
Estado saturado (SSD):	2.67	2.67	2.68
% Humedad absorbido (% w):	2.7 %	3.1 %	2.9 %

### 6.- Resultados:

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	<b>2.6</b>	<b>2593.5 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>2.9 %</b>
Estado saturado (SSD):	2.67	2663 Kg/m <sup>3</sup>	



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

- 1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.  
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.  
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).  
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- 2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- 3.- Equipos y materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas  
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).  
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo de Muestreo:	Mab.	Agregado:	<b>GRUESO</b>
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	<b>M-1</b>	Estrato: N°	<b>E - 01</b>
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 362812 m	NORTE: 8900606 m		Altitud: 1910 msnm	
Localización:	<b>CANtera HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.</b>				

### 5.- Análisis del Cribado:

Peso hormigón natural + bandeja			4720.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			4694.40 g	
Peso hormigón seco + bandeja			4695.00 g		Peso bandeja			713.00 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037			
						HUSO: 8		HUSO: 19.00 mm	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1"	25.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/4"	19.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/8"	9.50	53.7	53.70	1.36	98.64	100.0	100.0	-	-
1/4"	6.35	934.4	988.10	25.04	74.96	90.0	100.0	-	-
# 04	4.75	747.8	1735.90	43.99	56.01	55.0	75.0	-	-
# 08	2.36	2209.7	3945.60	99.98	0.02	20.0	55.0	-	-
# 10	2.00	0.0	3945.60	99.98	0.02	5.0	30.0	-	-
# 12	1.70	0.0	3945.60	99.98	0.02	3.0	20.0	-	-
# 16	1.18	0.0	3945.60	99.98	0.02	1.0	15.0	-	-
# 18	1.00	0.0	3945.60	99.98	0.02	0.0	10.0	-	-
# 30	0.60	0.0	3945.60	99.98	0.02	0.0	9.0	-	-
# 35	0.50	0.0	3945.60	99.98	0.02	0.0	8.0	-	-
# 40	0.43	0.0	3945.60	99.98	0.02	0.0	7.0	-	-
# 50	0.30	0.0	3945.60	99.98	0.02	0.0	6.0	-	-
# 60	0.25	0.0	3945.60	99.98	0.02	0.0	5.0	-	-
# 100	0.15	0.0	3945.60	99.98	0.02	0.0	0.0	-	-
# 200	0.075	0.0	3945.60	99.98	0.02	0.0	0.0	-	-
Cazoleta	-	0.0	3946.20	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	0.60 g							
TOTAL:		3946.20	Error mecánico < 3 % +,-		0.90 %				

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

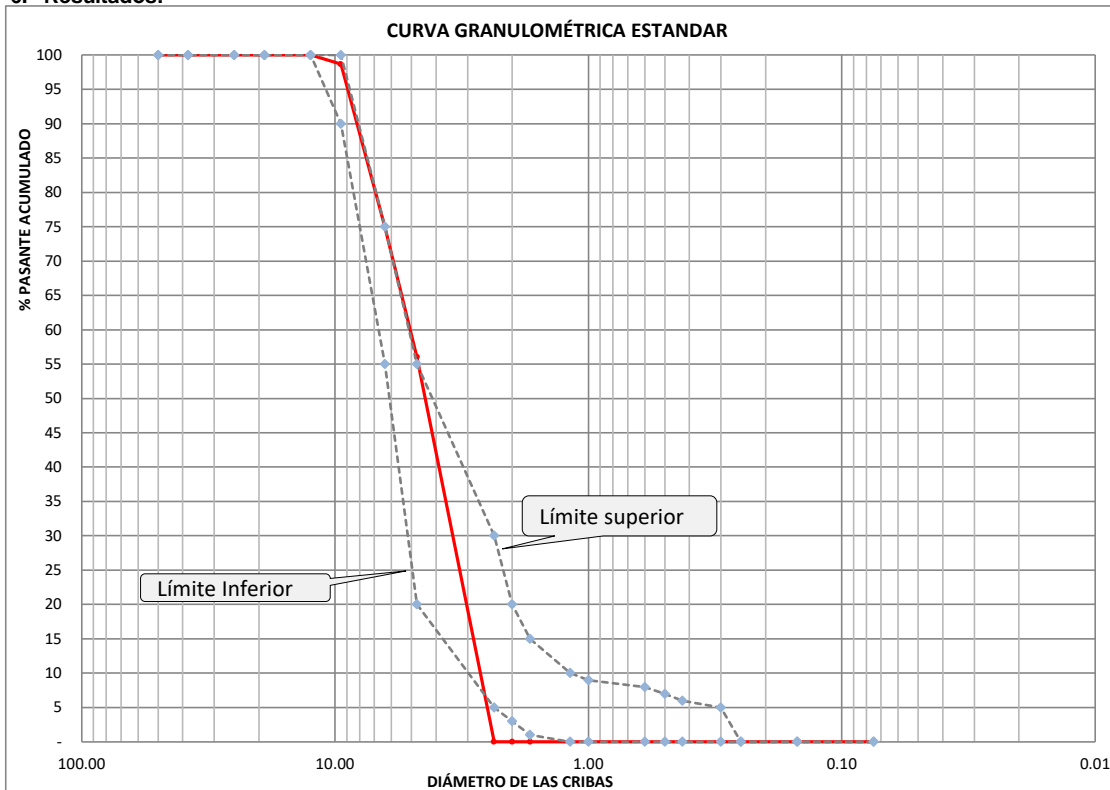
**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM2.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

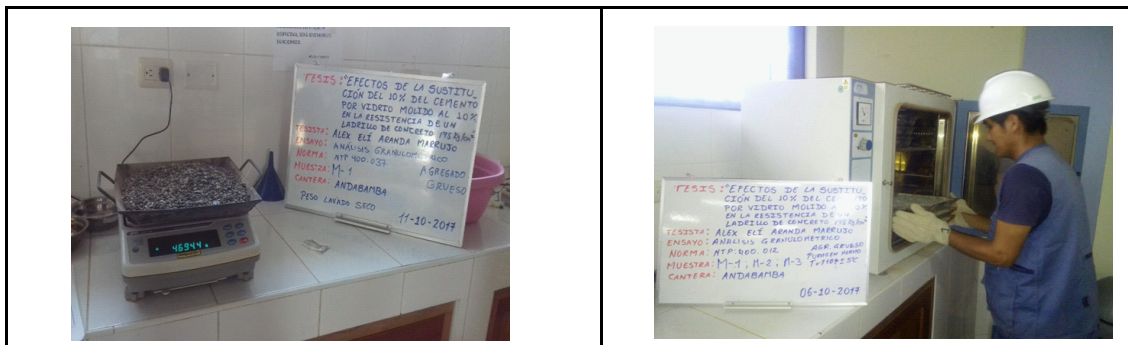
**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

## 6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	<b>25.00 g</b>	Tamaño máximo:	<b>12.50 mm</b>
% humedad adheridos:	<b>0.63 %</b>	Tamaño nominal máximo:	<b>9.50 mm</b>
% material granular:	<b>100.00 %</b>	% Gravas:	<b>44.00 %</b>
% material finos < # 200	<b>0.02 %</b>	% Arenas:	<b>56.00 %</b>
Módulo de fineza:	<b>5.45</b>		







# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

- 1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.  
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.  
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).  
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- 2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- 3.- Equipos y materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas  
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).  
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo de Muestreo:	Mab.	Agregado:	<b>GRUESO</b>
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	<b>M-2</b>	Estrato: N°	<b>E - 01</b>
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 362812 m	NORTE: 8900606 m		Altitud: 1910 msnm	
Localización:	<b>CANtera HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.</b>				

### 5.- Análisis del Cribado:

Peso hormigón natural + bandeja			4779.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			4746.50 g	
Peso hormigón seco + bandeja			4753.00 g		Peso bandeja			702.00 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037			
						HUSO: 89		HUSO: 19.00 mm	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1"	25.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/4"	19.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/8"	9.50	26.0	26.00	0.65	99.35	100.0	100.0	-	-
1/4"	6.35	1048.7	1074.70	26.73	73.27	100.0	100.0	-	-
# 04	4.75	759.3	1834.00	45.61	54.39	100.0	100.0	-	-
# 08	2.36	2180.5	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 10	2.00	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 12	1.70	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 16	1.18	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 18	1.00	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 30	0.60	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 35	0.50	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 40	0.43	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 50	0.30	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 60	0.25	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 100	0.15	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
# 200	0.075	0.0	4014.50	99.84	0.16	100.0	100.0	-	-
Cazoleta	-	0.0	4021.00	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	6.50 g							
TOTAL:		4021.00	Error mecánico < 3 % +,-		0.74 %				



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

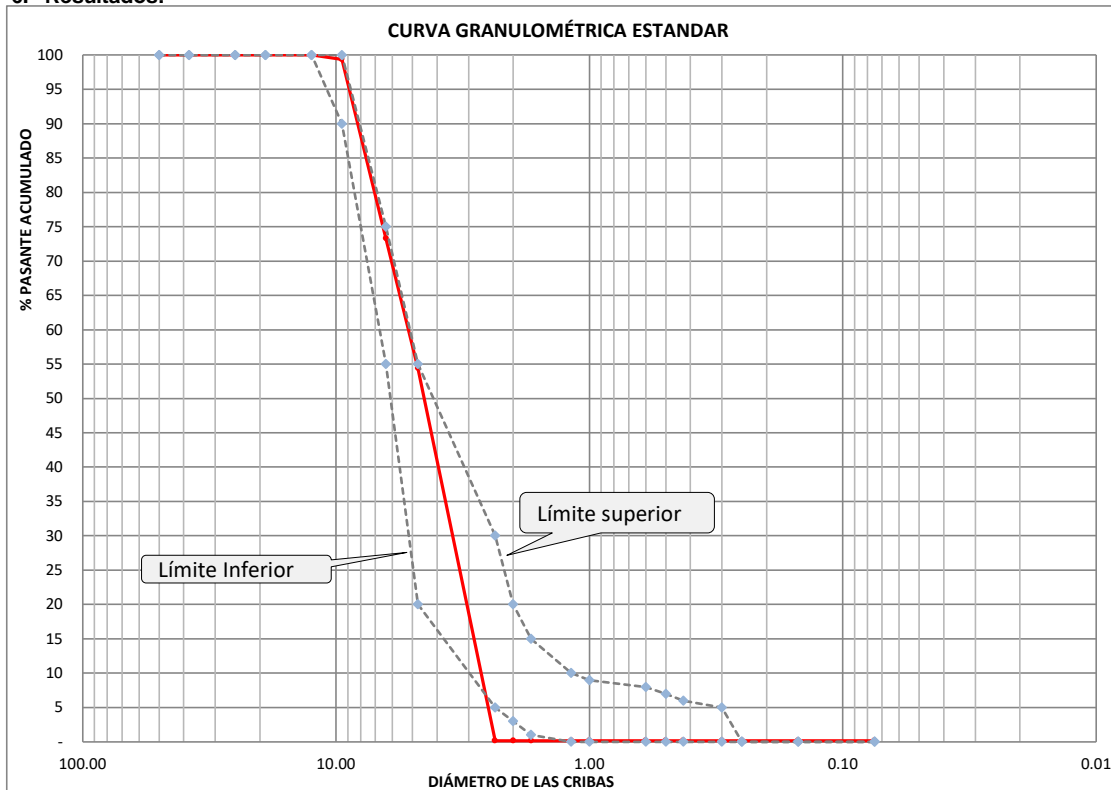
**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

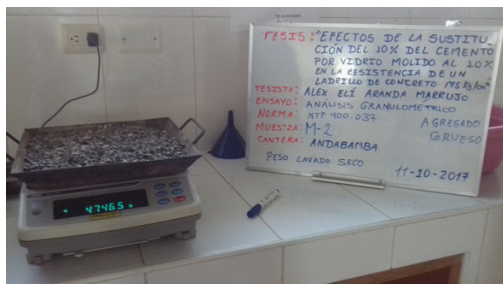
**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

### 6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	26.00 g	Tamaño máximo:	12.50 mm
% humedad adheridos:	0.64 %	Tamaño nominal máximo:	9.50 mm
% material granular:	99.80 %	% Gravas:	45.60 %
% material finos < # 200	0.16 %	% Arenas:	54.20 %
Módulo de fineza:	5.45		





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

- 1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.  
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.  
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).  
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- 2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- 3.- Equipos y materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas  
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).  
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo de Muestreo:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 362812 m	NORTE: 8900606 m		Altitud: 1910 msnm	
Localización:	CANTERA HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.				

### 5.- Análisis del Cribado:

Peso hormigón natural + bandeja			4409.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			4376.20 g	
Peso hormigón seco + bandeja			4385.00 g		Peso bandeja			656.00 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037			
						HUSO: 89		HUSO: 19.00 mm	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1"	25.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/4"	19.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/8"	9.50	14.4	14.40	0.39	99.61	90.0	100.0	-	-
1/4"	6.35	841.5	855.90	23.23	76.77	55.0	75.0	-	-
# 04	4.75	690.5	1546.40	41.98	58.02	20.0	55.0	-	-
# 08	2.36	2128.5	3674.90	99.76	0.24	5.0	30.0	-	-
# 10	2.00	0.0	3674.90	99.76	0.24	3.0	20.0	-	-
# 12	1.70	0.0	3674.90	99.76	0.24	1.0	15.0	-	-
# 16	1.18	0.0	3674.90	99.76	0.24	0.0	10.0	-	-
# 18	1.00	0.0	3674.90	99.76	0.24	0.0	9.0	-	-
# 30	0.60	0.0	3674.90	99.76	0.24	0.0	8.0	-	-
# 35	0.50	0.0	3674.90	99.76	0.24	0.0	7.0	-	-
# 40	0.43	0.0	3674.90	99.76	0.24	0.0	6.0	-	-
# 50	0.30	0.0	3674.90	99.76	0.24	0.0	5.0	-	-
# 60	0.25	0.0	3674.90	99.76	0.24	0.0	0.0	-	-
# 100	0.15	0.0	3674.90	99.76	0.24	0.0	0.0	-	-
# 200	0.075	0.0	3674.90	99.76	0.24	0.0	0.0	-	-
Cazoleta	-	0.0	3683.70	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	8.80 g							
TOTAL:		3683.70	Error mecánico < 3 % +/-		1.22 %				



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

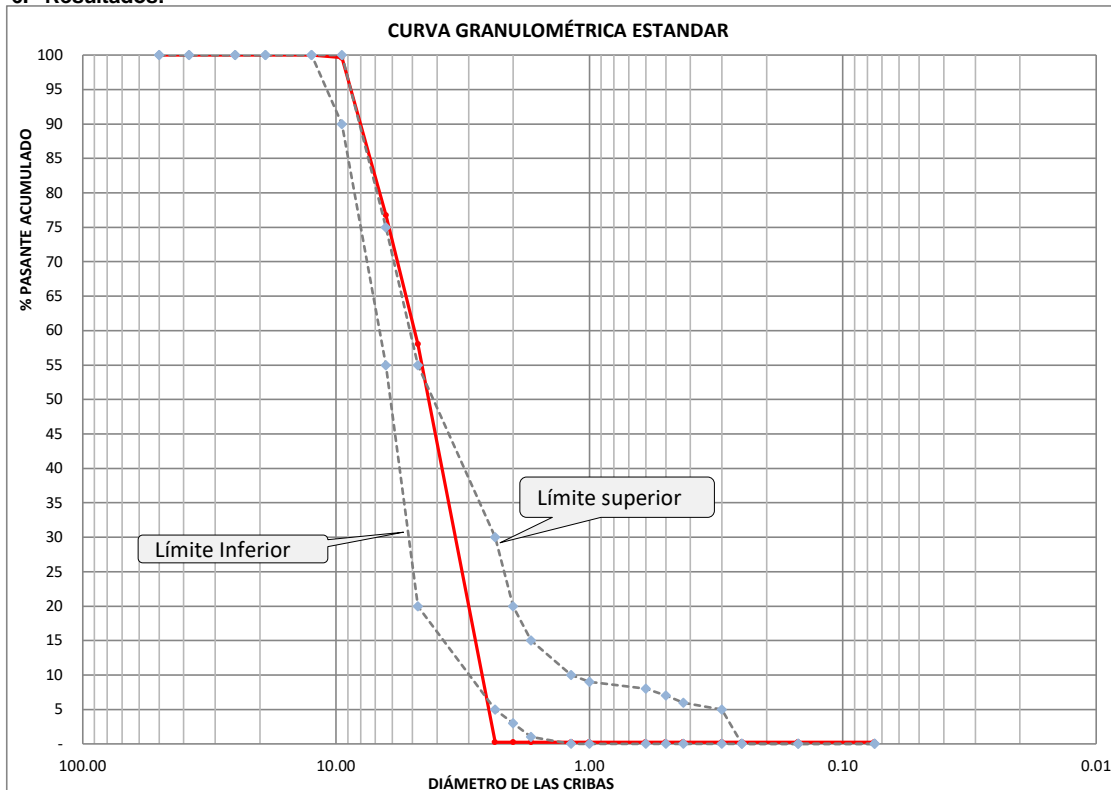
**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

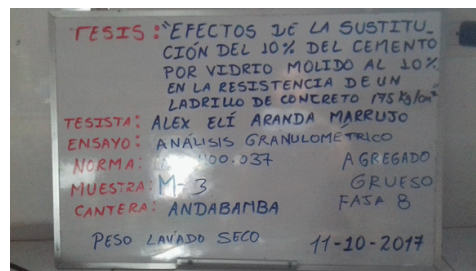
**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

### 6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	24.00 g	Tamaño máximo:	12.50 mm
% humedad adheridos:	0.64 %	Tamaño nominal máximo:	9.50 mm
% material granular:	99.80 %	% Gravas:	42.00 %
% material finos < # 200	0.24 %	% Arenas:	57.80 %
Módulo de fineza:	5.41		





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

- 1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.  
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.  
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).  
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- 2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- 3.- Equipos y materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas  
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).  
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo de Muestreo:	Mab.	Agregado:	<b>FINO</b>
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	<b>M-1</b>	Estrato: N°	<b>E - 01</b>
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 362812 m	NORTE: 8900606 m		Altitud: 1910 msnm	
Localización:	<b>CANtera HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.</b>				

### 5.- Análisis del Cribado:

Peso hormigón natural + bandeja			5247.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			5088.70 g	
Peso hormigón seco + bandeja			5212.00 g		Peso bandeja			720.00 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037			
						HUSO: AG. FINO		HUSO: 19.00 mm	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1"	25.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/4"	19.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/8"	9.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1/4"	6.35	0.0	0.00	0.00	100.00	97.0	100.0	-	-
# 04	4.75	0.0	0.00	0.00	100.00	95.0	100.0	-	-
# 08	2.36	0.0	0.00	0.00	100.00	80.0	100.0	-	-
# 10	2.00	255.9	255.90	5.71	94.29	70.0	95.0	-	-
# 12	1.70	490.0	745.90	16.64	83.36	60.0	90.0	-	-
# 16	1.18	570.0	1315.90	29.36	70.64	50.0	85.0	-	-
# 18	1.00	705.5	2021.40	45.11	54.89	35.0	70.0	-	-
# 30	0.60	756.4	2777.80	61.98	38.02	25.0	60.0	-	-
# 35	0.50	380.0	3157.80	70.46	29.54	16.0	50.0	-	-
# 40	0.43	411.3	3569.10	79.64	20.36	10.0	40.0	-	-
# 50	0.30	203.7	3772.80	84.19	15.81	5.0	30.0	-	-
# 60	0.25	220.0	3992.80	89.10	10.90	2.0	20.0	-	-
# 100	0.15	204.6	4197.40	93.66	6.34	0.0	10.0	-	-
# 200	0.075	127.6	4325.00	96.51	3.49	0.0	0.0	-	-
Cazoleta	-	33.2	4481.50	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	156.50 g							
TOTAL:		4481.50	Error mecánico < 3 % +/-		0.24 %				





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

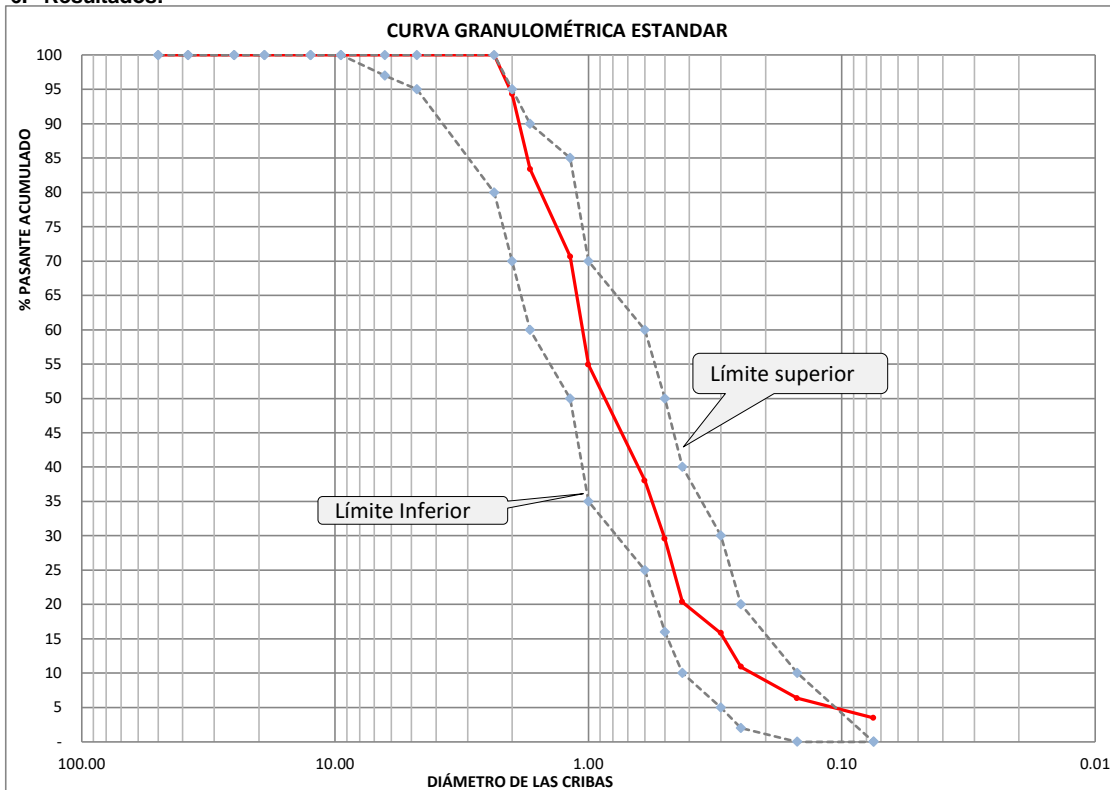
**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

### 6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	35.00 g	Tamaño máximo:	2.36 mm
% humedad adheridos:	0.78 %	Tamaño nominal máximo:	2.00 mm
% material granular:	96.50 %	% Gravas:	0.00 %
% material finos < # 200	3.49 %	% Arenas:	96.50 %
Módulo de fineza:	2.69		







# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

- 1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.  
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.  
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).  
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- 2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- 3.- Equipos y materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas  
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).  
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo de Muestreo:	Mab.	Agregado:	<b>FINO</b>
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	<b>M-2</b>	Estrato: N°	<b>E - 01</b>
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 362812 m	NORTE: 8900606 m		Altitud: 1910 msnm	
Localización:	<b>CANtera HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.</b>				

### 5.- Análisis del Cribado:

Peso hormigón natural + bandeja		5318.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja		5145.00 g			
Peso hormigón seco + bandeja		5282.00 g		Peso bandeja		602.00 g			
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037			
						HUSO: AG. FINO		HUSO: 19.00 mm	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1"	25.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/4"	19.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/8"	9.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1/4"	6.35	0.0	0.00	0.00	100.00	97.0	100.0	-	-
# 04	4.75	0.0	0.00	0.00	100.00	95.0	100.0	-	-
# 08	2.36	0.0	0.00	0.00	100.00	80.0	100.0	-	-
# 10	2.00	283.9	283.90	6.07	93.93	70.0	95.0	-	-
# 12	1.70	455.0	738.90	15.80	84.20	60.0	90.0	-	-
# 16	1.18	583.0	1321.90	28.26	71.74	50.0	85.0	-	-
# 18	1.00	802.0	2123.90	45.41	54.59	35.0	70.0	-	-
# 30	0.60	935.0	3058.90	65.40	34.60	25.0	60.0	-	-
# 35	0.50	270.0	3328.90	71.17	28.83	16.0	50.0	-	-
# 40	0.43	309.3	3638.20	77.79	22.21	10.0	40.0	-	-
# 50	0.30	220.0	3858.20	82.49	17.51	5.0	30.0	-	-
# 60	0.25	317.8	4176.00	89.28	10.72	2.0	20.0	-	-
# 100	0.15	199.8	4375.80	93.55	6.45	0.0	10.0	-	-
# 200	0.075	135.6	4511.40	96.45	3.55	0.0	0.0	-	-
Cazoleta	-	28.9	4677.25	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	165.85 g							
TOTAL:		4677.25	Error mecánico < 3 % +,-		0.06 %				

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL -  
HORMIGÓN

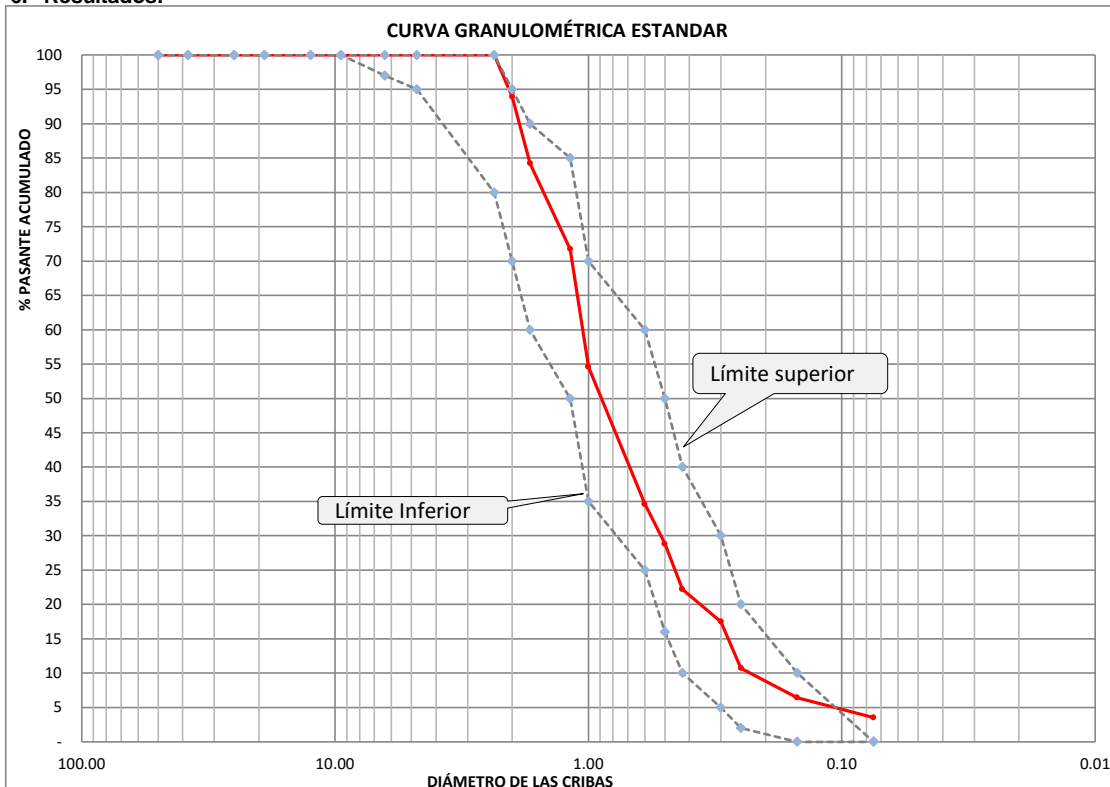
**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM2.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

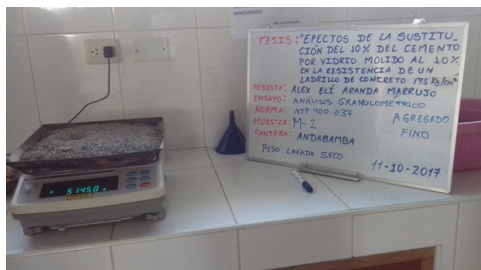
**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

## 6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	<b>36.00 g</b>	Tamaño máximo:	<b>2.36 mm</b>
% humedad adheridos:	<b>0.77 %</b>	Tamaño nominal máximo:	<b>2.00 mm</b>
% material granular:	<b>96.50 %</b>	% Gravas:	<b>0.00 %</b>
% material finos < # 200	<b>3.55 %</b>	% Arenas:	<b>96.50 %</b>
Módulo de fineza:	<b>2.70</b>		





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

- 1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.  
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.  
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).  
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- 2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- 3.- Equipos y materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas  
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).  
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	05/09/2017	Tipo de Muestreo:	Mab.	Agregado:	<b>FINO</b>
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	<b>M-3</b>	Estrato: N°	<b>E - 01</b>
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 362812 m	NORTE: 8900606 m		Altitud: 1910 msnm	
Localización:	<b>CANtera HORMIGÓN - ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCOMARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO.</b>				

### 5.- Análisis del Cribado:

Peso hormigón natural + bandeja			5142.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			4995.60 g	
Peso hormigón seco + bandeja			5109.00 g		Peso bandeja			719.00 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037			
						HUSO: AG. FINO		HUSO: 19.00 mm	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1"	25.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/4"	19.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
3/8"	9.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1/4"	6.35	0.0	0.00	0.00	100.00	97.0	100.0	-	-
# 04	4.75	0.0	0.00	0.00	100.00	95.0	100.0	-	-
# 08	2.36	0.0	0.00	0.00	100.00	80.0	100.0	-	-
# 10	2.00	286.3	286.30	6.53	93.47	70.0	95.0	-	-
# 12	1.70	402.0	688.30	15.69	84.31	60.0	90.0	-	-
# 16	1.18	535.0	1223.30	27.89	72.11	50.0	85.0	-	-
# 18	1.00	703.4	1926.70	43.92	56.08	35.0	70.0	-	-
# 30	0.60	921.9	2848.60	64.93	35.07	25.0	60.0	-	-
# 35	0.50	247.0	3095.60	70.56	29.44	16.0	50.0	-	-
# 40	0.43	300.9	3396.50	77.42	22.58	10.0	40.0	-	-
# 50	0.30	225.0	3621.50	82.55	17.45	5.0	30.0	-	-
# 60	0.25	310.9	3932.40	89.64	10.36	2.0	20.0	-	-
# 100	0.15	195.6	4128.00	94.10	5.90	0.0	10.0	-	-
# 200	0.075	118.5	4246.50	96.80	3.20	0.0	0.0	-	-
Cazoleta	-	27.0	4386.90	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	140.40 g							
TOTAL:		4386.90	Error mecánico < 3 % +,-		0.07 %				



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

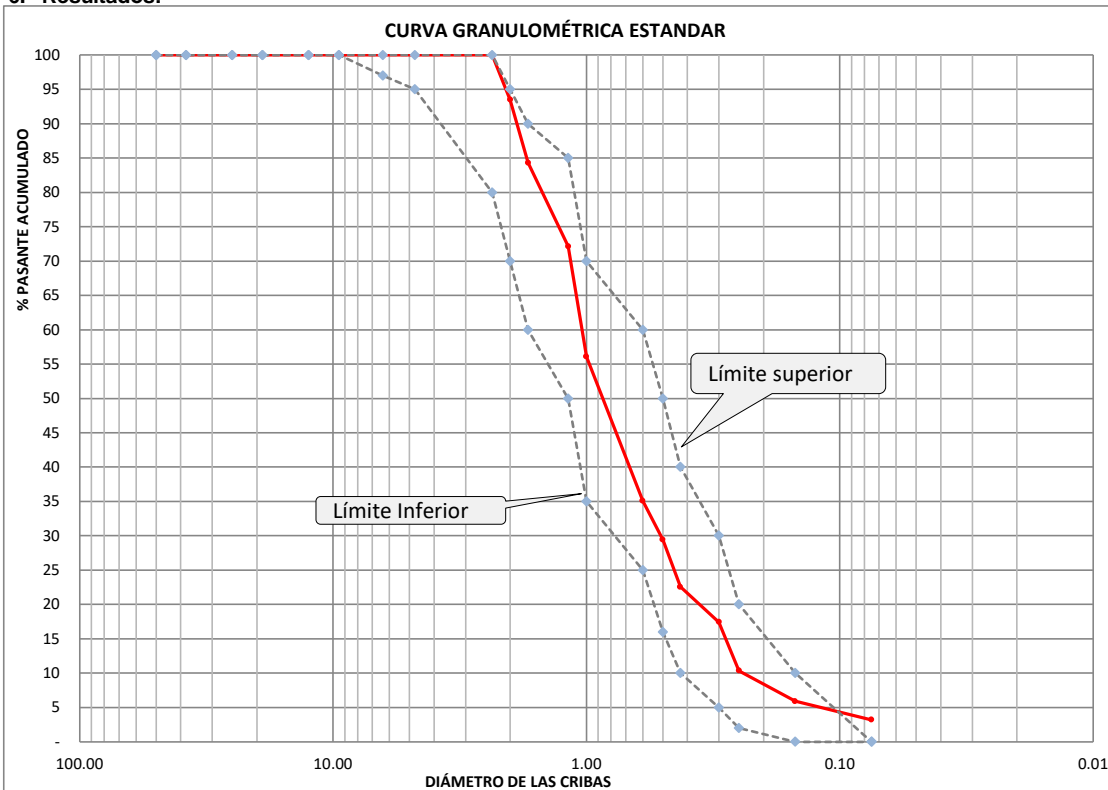
**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

### 6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	33.00 g	Tamaño máximo:	2.36 mm
% humedad adheridos:	0.75 %	Tamaño nominal máximo:	2.00 mm
% material granular:	96.80 %	% Gravas:	0.00 %
% material finos < # 200	3.20 %	% Arenas:	96.80 %
Módulo de fineza:	2.69		





# ENSAYOS REALIZADOS AL CEMENTO





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## ENSAYO DENSIDAD DEL CEMENTO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD DE CEMENTOS.

**Tesis :** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

**Ubicación:** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Fecha:** OCTUBRE DEL 2017.

#### 1.- Referencia:

ASTM C 188, (Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement).

NTP 334.005. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland. □

**2.- Objeto:** Determinar la densidad relativa de los componentes del cemento de la parte del sólido.

**3.- Materiales:** Cemento, Picnómetro 500 ml, balanza 0.010 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, flujo de no reacción con el cemento.

#### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	05/09/2017	Marca de cemento:	Andino	Muestra:	M-1,2,3.
Profundidad de muestreo:	Central	Tipo de cemento:	T - I	-	-
Coordenadas geodésicas:	-	-	-	-	-
Localización:	-				

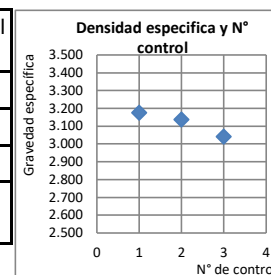
#### 5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso cemento seco (g): A	64	64	64
Peso chatelier + Fluido (g.): B	590.4	563.4	581.5
Peso chatelier + fluido + cemento saturado (g.) : C	639.8	612.6	630.2
Peso de chatelier (g):	228	200.6	217.8

#### 6.- Resultados:

Ensayos de las muestras	Densidades	Cemento	Fluido	Densidad parcial cemento
M - 01		4.384	0.72480	3.177
M - 02		4.324	0.72560	3.138
M - 03		4.183	0.72740	3.043
Valores promedios		4.297	0.72593	3.11922

<b>Densidad del cemento</b>	$\rho_r = \frac{A}{A + B - C}$
<b>3.119</b>	





# DISEÑO DE MEZCLAS



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



<b>DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI</b>			
<b>Tesis :</b>		EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM2.	
<b>Tesista :</b>		Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.	
<b>Ubicación :</b>		ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO</b>			
<b>Cantera de donde se extraen los materiales :</b>		CANTERA HORMIGON- ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUANUCO.	
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto ( $f'c$ ) =		175	kg / cm2
Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera ( $\sigma$ ) =		20	kg / cm2
Resistencia promedio a la compresión del Concreto ( $f'cr$ ) =		202	kg / cm2
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso específico de masa :	2.6	Tamaño máximo nominal (Pulg.) :	3/8 "
Absorción (%) :	2.90	Peso seco compactado (kg / m3) :	1642.00
Contenido de Humedad (%) :	0.80	Peso específico de masa :	2.64
Módulo de finura :	2.69	Absorción (%) :	1.20
		Contenido de Humedad (%) :	0.70
<b>CEMENTO</b>		<b>AGUA</b>	
Tipo de Cemento Portland a usar :	ASTM Tipo 1 "Andino"		
Peso Específico :	3.12		
<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			
Selección del Asentamiento :		Tipo de consistencia : <b>seca</b>	
		Asentamiento : 0 " a 2 "	
Tipo de Concreto a diseñar :		<b>Concreto sin aire incorporado</b>	
Volumen unitario de Agua :		207.60	lt / m3
Contenido de aire total :		3.00	%
Relación Agua / Cemento :		0.6245	
Factor cemento :		Factor Cemento = 332.00	Kg / m3
		Factor Cemento = 7.8	Bolsas / m3
<b>Contenido de Agregado Grueso</b>	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto : 0.4707 m3		
	Peso del Agregado Grueso : 772.8894 Kg / m3		
<b>Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales</b>		Cemento :	0.1064 m3
		Agua :	0.2076 m3
		Aire :	0.0300 m3
		Agregado Grueso :	0.2928 m3
		Suma de Volúmenes :	0.6368 m3
<b>Contenido de Agregado Fino</b>		Volumen Absoluto de Agregado Fino :	0.363 m3
		Peso del Agregado Fino seco	944 Kg / m3
<b>Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño po m3.</b>		Cemento :	332.00 Kg / m3
		Agua de diseño :	207.60 lt / m3
		Agregado Fino seco :	944.00 Kg / m3
		Agregado Grueso seco :	773.00 Kg / m3
<b>Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de una bolsa de Cemento.</b>		Cemento :	42.50 Kg / bolsa
		Agua de diseño :	26.58 lt / bolsa
		Agregado Fino seco :	120.84 Kg / bolsa
		Agregado Grueso seco :	98.95 Kg / bolsa
<b>Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado</b>		Cemento :	1
		Agregado fino seco :	2.84
		Agregado grueso seco :	2.33
		Agua de Diseño :	26.6 lt / bolsa



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
Tesis :	EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM2.		
Tesista :	Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.		
Ubicacion :	ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.		
CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO			
Cantera de donde se extraen los materiales :		CANTERA HORMIGON- ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUANUCO.	
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	:	0.80 %
	Agregado Grueso	:	0.70 %
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino	:	952.00 Kg / m3
	Agregado Grueso	:	778.00 Kg / m3
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino	:	-2.10 %
	Agregado Grueso	:	-0.50 %
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	:	-20.00 lt / m3
	Agregado Grueso	:	-4.00 lt / m3
	Aporte Total	:	-24.00 lt / m3
Agua Efectiva :	Agua Efectiva	:	231.60 lt / m3
Relación Agua / Cemento de Diseño :			0.63
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m3.	Cemento	:	332.00 Kg / m3
	Agua Efectiva	:	231.60 lt / m3
	Agregado Fino Húmedo	:	952.00 Kg / m3
	Agregado Grueso Húmedo	:	778.00 Kg / m3
Relación Agua / Cemento Efectiva :			0.70
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de una bolsa de Cemento.	Cemento	:	42.5 Kg / bolsa
	Agua Efectiva	:	29.6 lt / bolsa
	Agregado fino húmedo	:	121.9 Kg / bolsa
	Agregado grueso húmedo	:	99.6 Kg / bolsa
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	:	1
	Agregado fino húmedo	:	2.87
	Agregado grueso húmedo	:	2.34
	Agua Efectiva	:	29.6 lt / bolsa



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (METODO ACI)

### (CALCULO)

**Tesis:** EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM2.

**Tesista :** Bach. ALEX ELI ARANDA MARRUJO.

**Ubicacion :** ESPERANZA, AMARILIS, HUÁNUCO, HUÁNUCO.

### CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

**Cantera de donde se extraen los materiales :** CANTERA HORMIGON- ANDABAMBA, DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUANUCO.

ITEM	DESCRIPCION AGREGADO FINO		
1	P. Unitario Suelto Seco	1553.00	kg/m3
2	P. Unitario Compactado Seco	1681.00	kg/m3
3	P. Especifico Masa Seca	2.60	
4	Contenido de Humedad	0.80%	%
5	Absorcion	2.90	%
6	Modulo de Fineza	2.69	

ITEM	DESCRIPCION AGREGADO GRUESO		
7	P. Unitario Suelto Seco	1499.00	kg/m3
8	P. Unitario Compactado Seco	1642.00	kg/m3
9	P. Especifico Masa Seca	2.64	
10	Contenido de Humedad	0.70%	%
11	Absorcion	1.20	%
12	Tamaño Maximo Nominal	3/8	"

### RESISTENCIA PROMEDIO (Rm)

F'c	F'cr
< 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

ITEM	DATOS DE TABLAS PARA 1 m3 CONCRETO		
13	Contenido total de Aire x m3 de concreto (Tabla n°3.a)	3.00	%
14	Volumen unitario de agua de mezclado (Tabla n°2)	207.60	lts/m3
15	P. Especifico Cemento (Propiedades fisicas tipo cemento)	3.12	gr/cm3
16	Resistencia promedio requerida (Rm)	175.00	kg/cm2
17	Relacion Agua-Cemento (Tabla n°4.a o n°4.b)	0.62	
18	Factor de Cemento x m3 de Concreto	332.43	kg/m3
19	Cantidad de Agregado Grueso x m3 de concreto (Tabla n°6)	0.47	m3

ITEM	VOLUMENES ABSOLUTOS DE MATERIALES		
20	Cemento: ((40)/(37))/1000	0.11	m3
21	Agregado Fino: 1 - (((44)+(46)+(47)+(48))	0.36	m3
22	Agregado Grueso: ((41)*(21)/(22))/1000	0.29	m3
23	Agua: (36)/1000	0.21	m3
24	Aire: (35)/100	0.03	m3

ITEM	PESOS SECOS DE LOS MATERIALES (1m3 CONCRETO)		
25	Cemento: (40)	332.43	kg/m3
26	Agregado Fino: (45)*(14)*1000	944.04	kg/m3
27	Agregado Grueso: (46)*(22)*1000	772.89	kg/m3
28	Agua: (36)	207.60	lts/bolsa

ITEM	CORRECCION POR HUMEDAD DE MATERIALES (1m3 CONCRETO)		
29	Cemento: (51)	332.43	kg/m3
30	Agregado Fino: (52)*(1+(15)/100)	944.11	kg/m3
31	Agregado Grueso: (53)*(1+(23)/100)	772.94	kg/m3
32	Agua: (36)-((15)-(16))/100*(52)+((23)-(24))/100*(53)	225.68	lts/m3

ITEM	PROPORCIONES EN PESO		
33	Cemento: (59)/(59)	1.00	
34	Agregado Fino: (60)/(59)	2.84	
35	Agregado Grueso: (61)/(59)	2.33	
36	Agua: (62)/(59)	0.68	lts

$$\frac{C}{332.43} : \frac{A}{944.11} : \frac{P}{772.94} + \frac{225.68}{226.67} \text{ (lts/m3)}$$

$$1.00 : 2.84 : 2.33 + 0.68 \text{ (lts)}$$





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ITEM	PROPORCIONES EN PIE3 (1m3 CONCRETO)		
37	Cemento: (59)/42.5	7.82	bolsas
38	Agregado Fino: (52)/(12)*(1/(0.3048)^3)	21.47	pie3
39	Agregado Grueso: (53)/(20)*(1/(0.3048)^3)	18.21	pie3
40	Agua: (62)	225.68	lts

ITEM	PROPORCIONES EN VOLUMEN (PIE3)		
41	Cemento: (72)/(72)	1.00	
42	Agregado Fino: (79)/(78)	2.74	
43	Agregado Grueso: (80)/(78)	2.33	
44	Agua: (81)/(78)	28.85	lts/bolsa

$$\frac{C}{7.82} : \frac{A}{21.47} : \frac{P}{18.21} + \frac{225.68}{7.82} \frac{(\text{lts/m}^3)}{(\text{bolsa/m}^3)}$$

$$1.00 : 2.74 : 2.33 + 28.85 \text{ (lts/bolsa)}$$

## DOSIFICACION POR MOLDE:

medidas:	Largo	23	cm	N unidades	1
	Ancho	13	cm	% desperdicio	4%
	Alto	9	cm		
	Vol.	2.691	cm <sup>3</sup>	V	2.799 cm <sup>3</sup>

Cemento:	0.62	kg
Agregado Fino:	2.64	kg
Agregado Grueso:	2.16	kg
Agua:	0.54	lt

Vidrio Molido (10%):	0.062	kg
----------------------	-------	----

Para 15 unidades:	0.93	kg
-------------------	------	----

## DOSIFICACION DE VIDRIO MOLIDO POR MOLDE:

90% de Cemento	0.56	kg
10% de Vidrio Molido	0.062	kg

558.0	gr
62.0	gr

Total de material	0.62	kg
-------------------	------	----

620.0	gr
-------	----

VERDADERO



# **ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDADES PATRÓN**



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS**

**1.- Análisis:**

Para elemento estructural	Nº UNIDAD	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Ladrillo										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Lado Superior		Lado Inferior		Lado Prome.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				L1 (cm)	L2 (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L (cm)	cm²	H (cm)	H/L	factor	gramos				
UNIDADES DE LADRILLO (PATRÓN)	U - 01	29/08/2018	05/09/2018	23.50	23.50	13.00	13.10	18.28	305.50	9.10	0.50	0.528	6,804.0	7	43330	141.83	Falla por Agrietamiento vertical
	U - 02	29/08/2018	05/09/2018	23.40	23.50	13.10	13.20	18.30	306.54	9.00	0.49	0.521	6,700.0	7	56230	183.43	
	U - 03	29/08/2018	05/09/2018	23.20	23.30	13.30	13.10	18.23	308.56	9.00	0.49	0.523	6,823.0	7	46530	150.80	
U - 04	29/08/2018	05/09/2018	23.30	23.30	13.10	13.20	18.23	305.23	9.00	0.49	0.523	6,700.0	7	47880	156.87		
U - 05	29/08/2018	05/09/2018	23.30	23.40	13.30	13.40	18.35	309.89	9.10	0.50	0.525	6,791.0	7	43680	140.95		
U - 06	29/08/2018	05/09/2018	23.20	23.20	13.20	13.30	18.23	306.24	9.00	0.49	0.523	6,745.0	7	45670	149.13		
U - 07	29/08/2018	05/09/2018	23.10	23.20	13.10	13.20	18.15	302.61	9.10	0.50	0.532	6,697.0	7	48450	160.11		
U - 08	29/08/2018	05/09/2018	23.30	23.20	13.20	13.30	18.25	307.56	9.10	0.50	0.528	6,820.0	7	50960	165.69		
U - 09	29/08/2018	05/09/2018	23.20	23.10	13.20	13.10	18.15	306.24	9.00	0.50	0.525	6,821.0	7	49750	162.45		
U - 10	29/08/2018	05/09/2018	23.30	23.40	13.10	13.20	18.25	305.23	9.00	0.49	0.522	6,799.0	7	51780	169.64		
U - 11	29/08/2018	05/09/2018	23.50	23.40	13.20	13.30	18.35	310.20	9.10	0.50	0.525	6,783.0	7	49550	159.74		
U - 12	29/08/2018	05/09/2018	23.40	23.50	13.10	13.20	18.30	306.54	9.00	0.49	0.521	6,845.0	7	48450	158.05		
U - 13	29/08/2018	05/09/2018	23.10	23.30	13.10	13.20	18.18	302.61	9.00	0.50	0.524	6,700.0	7	46570	153.89		
U - 14	29/08/2018	05/09/2018	23.50	23.40	13.30	13.20	18.35	312.55	9.10	0.50	0.525	6,755.0	7	50060	160.17		
U - 15	29/08/2018	05/09/2018	23.10	23.20	13.50	13.40	18.30	311.85	9.00	0.49	0.521	6,763.0	7	52340	167.84		
Nota: Las unidades de albañilería fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.																	



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

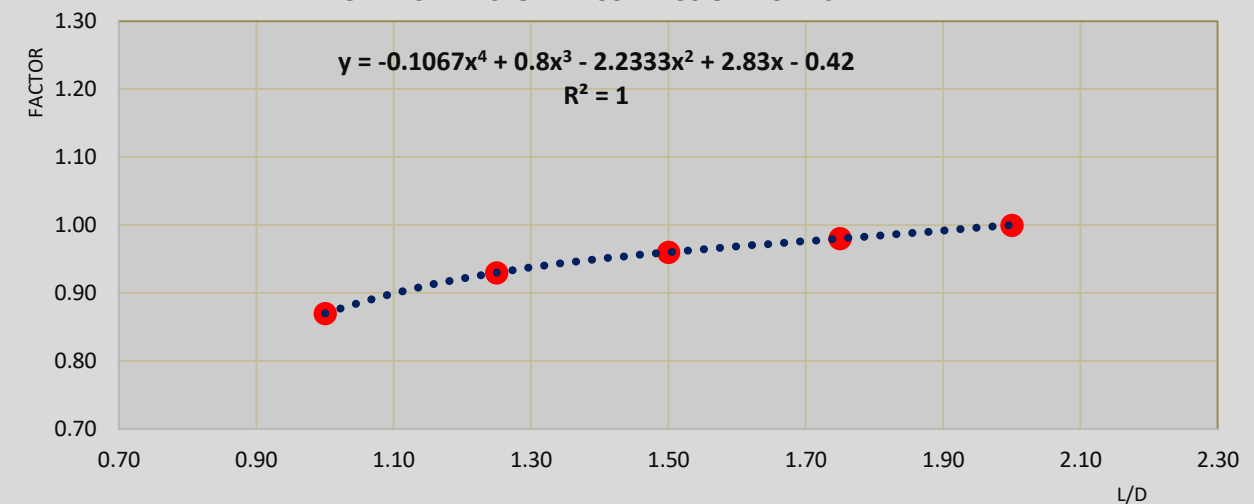
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

### ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

#### CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	42.48 kgf/cm <sup>2</sup>
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	8.50 kgf/cm <sup>2</sup>
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

#### MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	159.36 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	160.07 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	161.58 kgf/cm <sup>2</sup>
Varianza, ( $\sigma^2$ )	93.03
Desviación Estandar, ( $\sigma$ )	9.65 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	6.06 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.2207
Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$	

#### FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

#### TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[ 140.95	149.45 >	145.20	3	0.2000	3	435.59	601.69
2	[ 149.45	157.94 >	153.69	3	0.2000	6	461.08	96.31
3	[ 157.94	166.44 >	162.19	6	0.4000	12	973.14	48.05
4	[ 166.44	174.93 >	170.69	2	0.1333	14	341.37	256.56
5	[ 174.93	183.43 ]	179.18	1	0.0667	15	179.18	392.91
Σ=				15	1		2390.37	1395.52

#### Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra

K = Nº Intervalos

Li = Límite Inferior

Ls = Límite Superior

xi = Marca de Clase

fi = Frecuencia Absoluta

fr = Relativa

F = Frecuencia Absoluta Acumulada





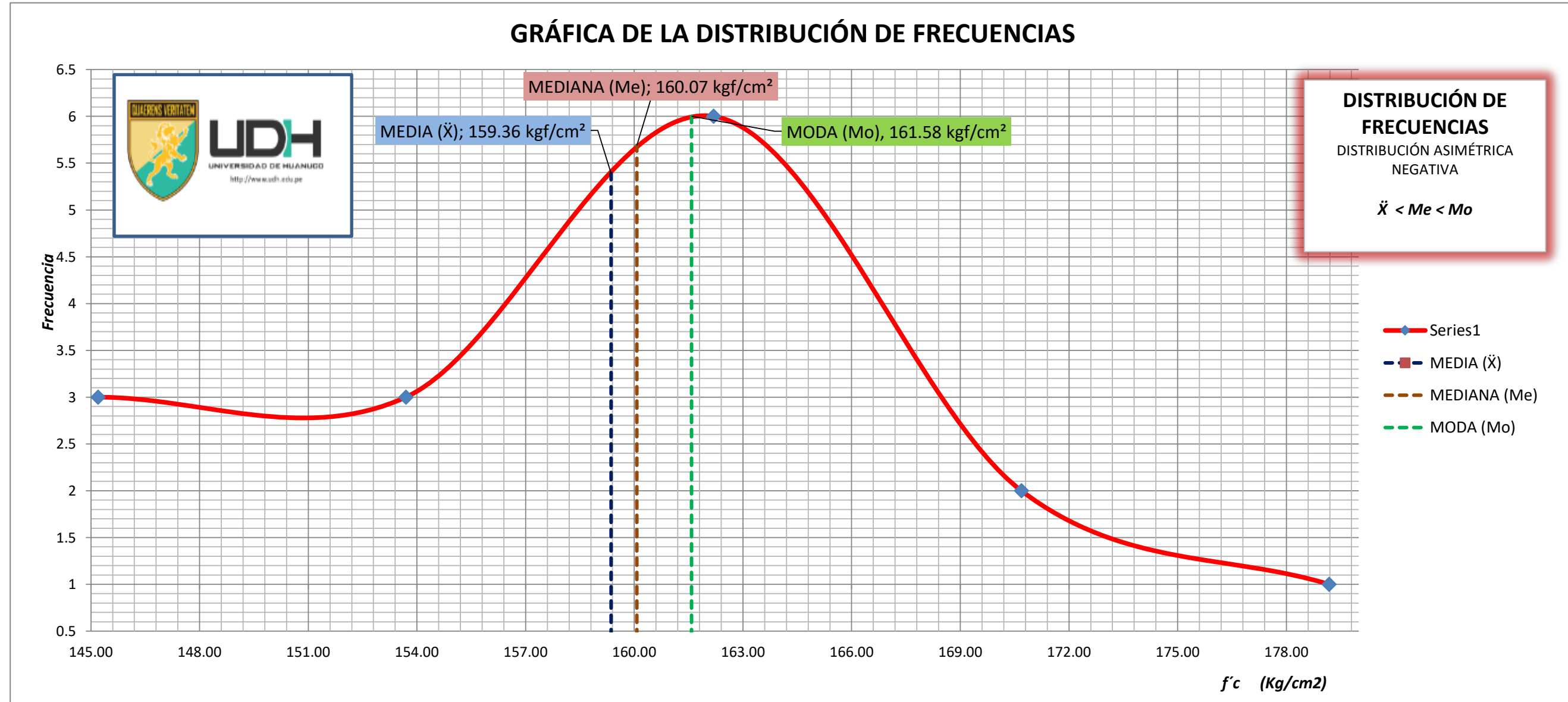
# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº UNIDAD	Esfuerzo Absoluto $f'c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )		DISTRIBUCIÓN NORMAL
U - 05	1	140.95	0.007189
U - 01	2	141.83	0.008491
U - 06	3	149.13	0.024503
U - 03	4	150.80	0.028813
U - 13	5	153.89	0.035933
U - 04	6	156.87	0.040346
U - 12	7	158.05	0.041141
U - 11	8	159.74	0.041220
U - 07	9	160.11	0.041069
U - 14	10	160.17	0.041038
U - 09	11	162.45	0.038782
U - 08	12	165.69	0.032510
U - 15	13	167.84	0.027174
U - 10	14	169.64	0.022511
U - 02	15	183.43	0.001678

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1- $\alpha$ )		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN ( $\alpha$ )		5 %
ZONA DE RECHAZO	$\alpha/2$	2.5 %
	Z+ CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR		4.88 kgf/cm <sup>2</sup>
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL ( $\mu$ )	LÍMITE SUPERIOR	163.88 kgf/cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	154.12 kgf/cm <sup>2</sup>
	<b>154.12 kgf/cm<sup>2</sup> <math>\leq \mu \leq</math> 163.88 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b> <i>Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 unidades (ladrillos) va a estar dentro del intervalo que va desde 154.12 kgf/cm<sup>2</sup> a 163.88 kgf/cm<sup>2</sup>.</i>		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



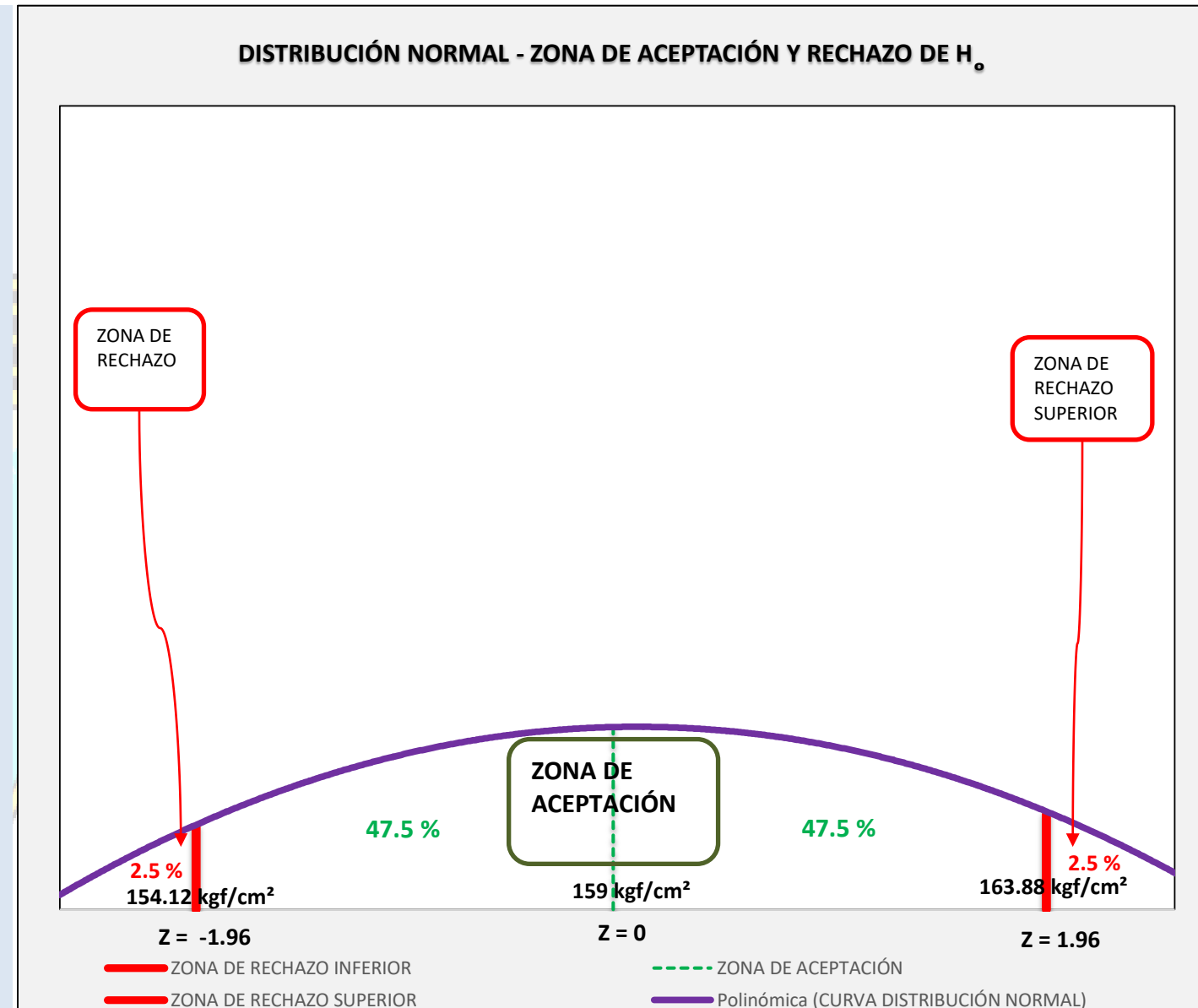
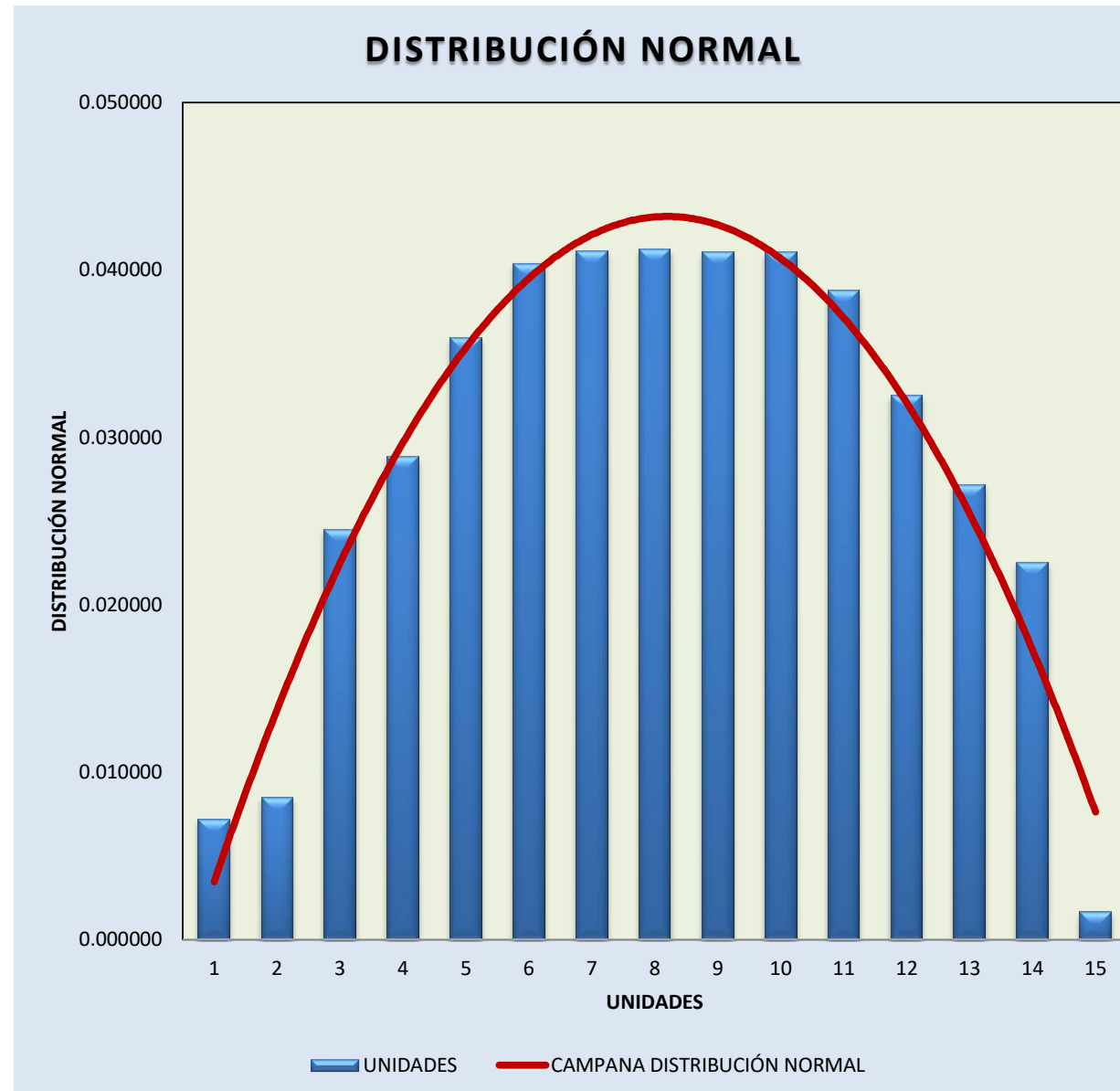
# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.1.- GRÁFICOS





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



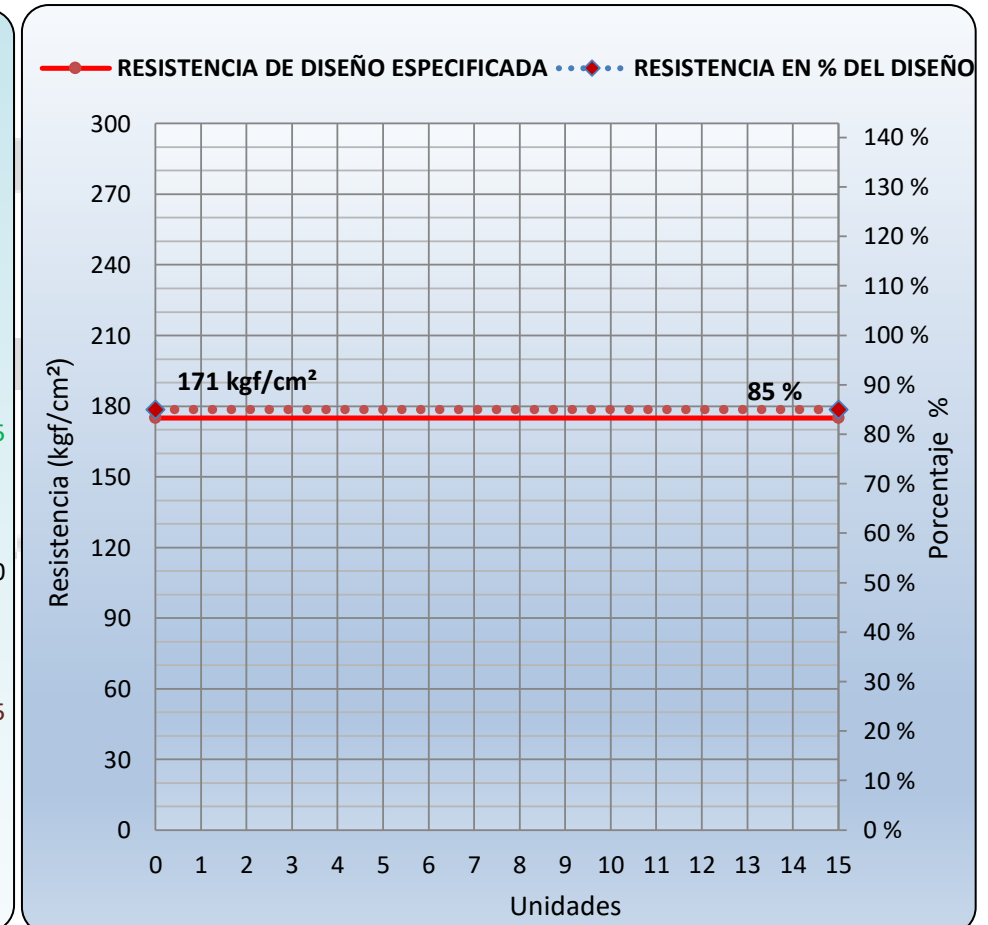
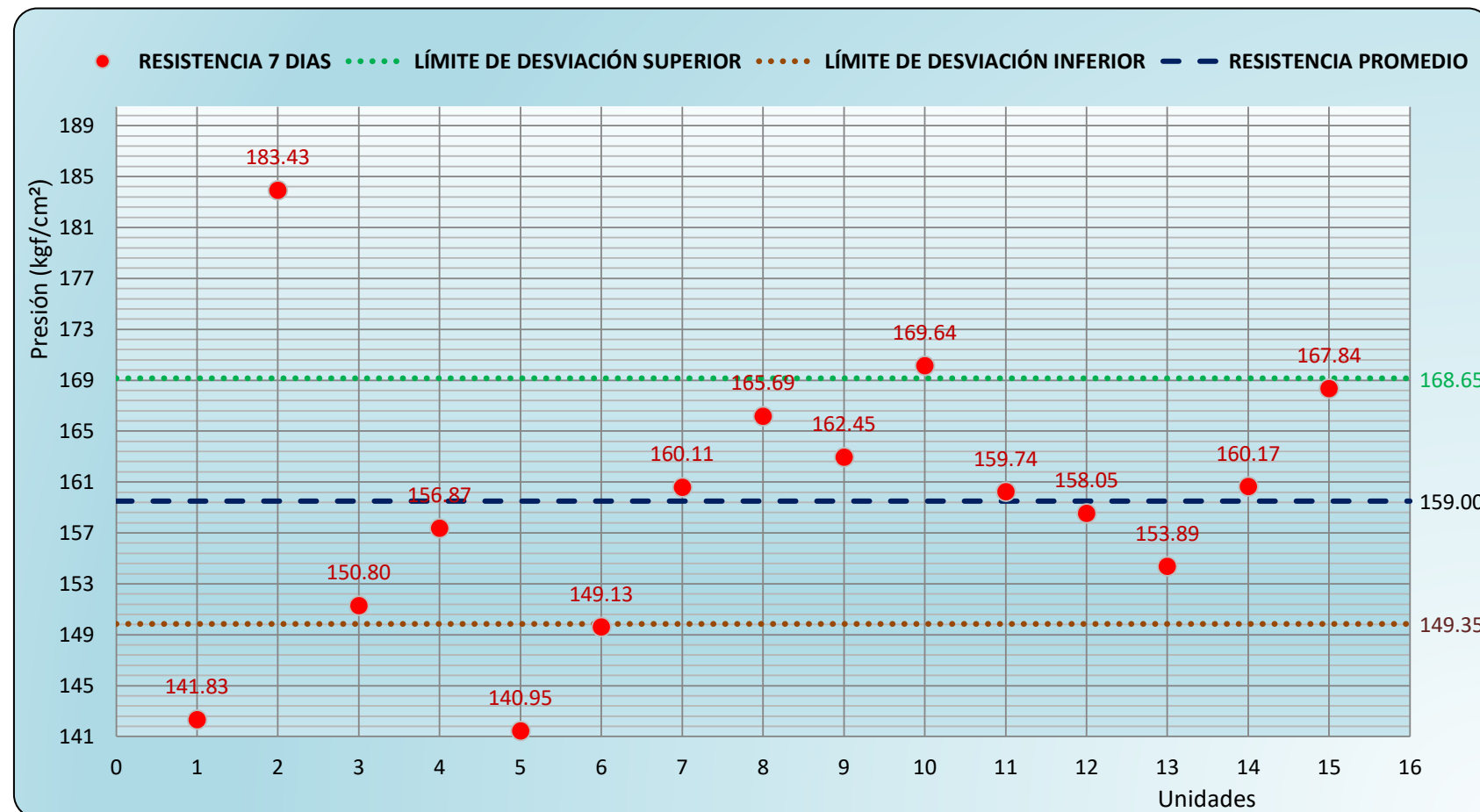
## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	159 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estandar, $\sigma$	9.65 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	149 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	6.07 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'_c=175$ kgf/cm <sup>2</sup> )	85 %

### CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 unidades o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 13.65 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	No Cumple	Cumple





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº UNIDAD	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Ladrillo										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Lado Superior		Lado Inferior		Lado Prome.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				L1 (cm)	L2 (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L (cm)	cm²	H (cm)	H/L	factor	gramos				
UNIDADES DE LADRILLO (PATRÓN)	U - 01	29/08/2018	12/09/2018	23.10	23.10	13.10	13.10	18.10	302.61	9.10	0.50	0.533	6,657.0	14	49510	163.61	Falla por Agrietamiento vertical
	U - 02	29/08/2018	12/09/2018	23.00	23.10	13.20	13.00	18.08	303.60	9.00	0.50	0.528	6,587.0	14	50350	165.84	
	U - 03	29/08/2018	12/09/2018	23.00	23.00	13.20	13.10	18.08	303.60	9.00	0.50	0.528	6,738.0	14	52910	174.28	
	U - 04	29/08/2018	12/09/2018	23.10	23.10	13.10	13.20	18.13	302.61	9.10	0.50	0.532	6,652.0	14	49780	164.50	
	U - 05	29/08/2018	12/09/2018	23.40	23.30	13.20	13.20	18.28	308.88	9.10	0.50	0.528	6,809.0	14	49930	161.65	
	U - 06	29/08/2018	12/09/2018	23.10	23.20	13.10	13.20	18.15	302.61	9.00	0.50	0.525	6,890.0	14	50790	167.84	
	U - 07	29/08/2018	12/09/2018	23.20	23.20	13.20	13.10	18.18	306.24	9.10	0.50	0.531	6,798.0	14	51550	168.33	
	U - 08	29/08/2018	12/09/2018	23.30	23.20	13.10	13.10	18.18	305.23	9.00	0.50	0.524	6,856.0	14	50910	166.79	
	U - 09	29/08/2018	12/09/2018	23.00	23.00	13.20	13.20	18.10	303.60	9.10	0.50	0.533	6,835.0	14	52820	173.98	
	U - 10	29/08/2018	12/09/2018	23.10	23.10	13.20	13.20	18.15	304.92	9.00	0.50	0.525	6,787.0	14	52740	172.96	
	U - 11	29/08/2018	12/09/2018	23.30	23.20	13.10	13.10	18.18	305.23	9.10	0.50	0.531	6,897.0	14	52830	173.08	
	U - 12	29/08/2018	12/09/2018	23.00	23.10	13.20	13.20	18.13	303.60	9.00	0.50	0.526	6,789.0	14	51770	170.52	
	U - 13	29/08/2018	12/09/2018	23.20	23.20	13.10	13.20	18.18	303.92	9.10	0.50	0.531	6,823.0	14	51230	168.56	
	U - 14	29/08/2018	12/09/2018	23.40	23.40	13.20	13.20	18.30	308.88	9.10	0.50	0.527	6,812.0	14	51550	166.89	
	U - 15	29/08/2018	12/09/2018	23.10	23.10	13.20	13.30	18.18	304.92	9.00	0.50	0.524	6,793.0	14	50870	166.83	
Nota: Las unidades de albañilería fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.																	





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

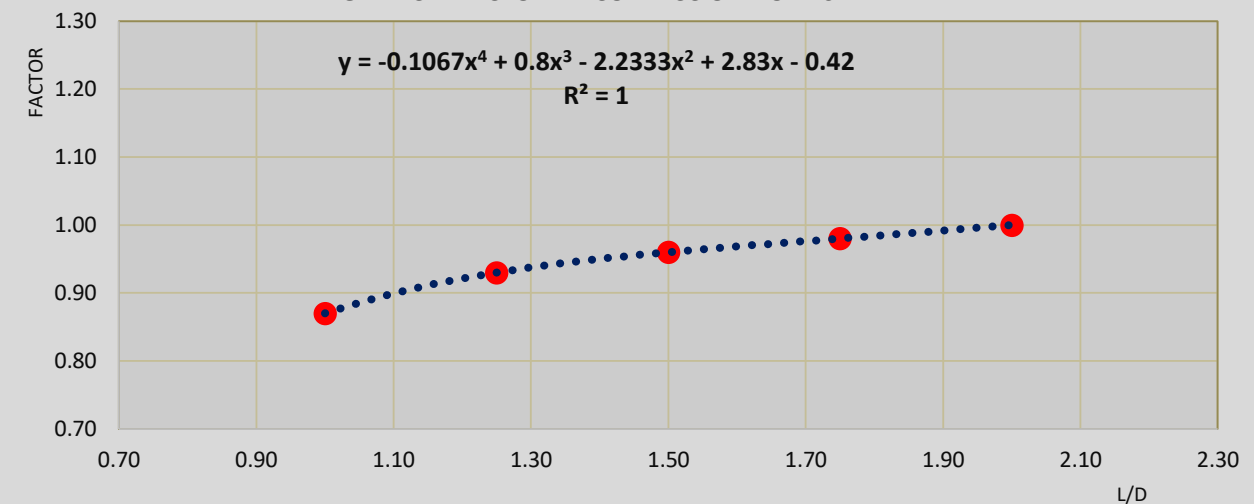
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

### ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

#### CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	12.63 kgf/cm <sup>2</sup>
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	2.53 kgf/cm <sup>2</sup>
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
	$A = \frac{R}{K}$

#### MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	168.47 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	168.18 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	167.82 kgf/cm <sup>2</sup>
Varianza, ( $\sigma^2$ )	11.23
Desviación Estandar, ( $\sigma$ )	3.35 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.99 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.2597
<b>Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha <math>\bar{X} &gt; Me &gt; Mo</math></b>	

#### FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

#### TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 161.65	164.18 >	162.91	2	0.1333	2	325.83	61.76
2	[ 164.18	166.70 >	165.44	2	0.1333	4	330.88	18.37
3	[ 166.70	169.23 >	167.97	6	0.4000	10	1007.79	1.53
4	[ 169.23	171.75 >	170.49	1	0.0667	11	170.49	4.08
5	[ 171.75	174.28 ]	173.02	4	0.2667	15	692.07	82.70
<b>Σ=</b>				<b>15</b>	<b>1</b>		<b>2527.05</b>	<b>168.45</b>

#### Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra

K = Nº Intervalos

Li = Límite Inferior

Ls = Límite Superior

xi = Marca de Clase

fi = Frecuencia Absoluta

fr = Relativa

F = Frecuencia Absoluta Acumulada



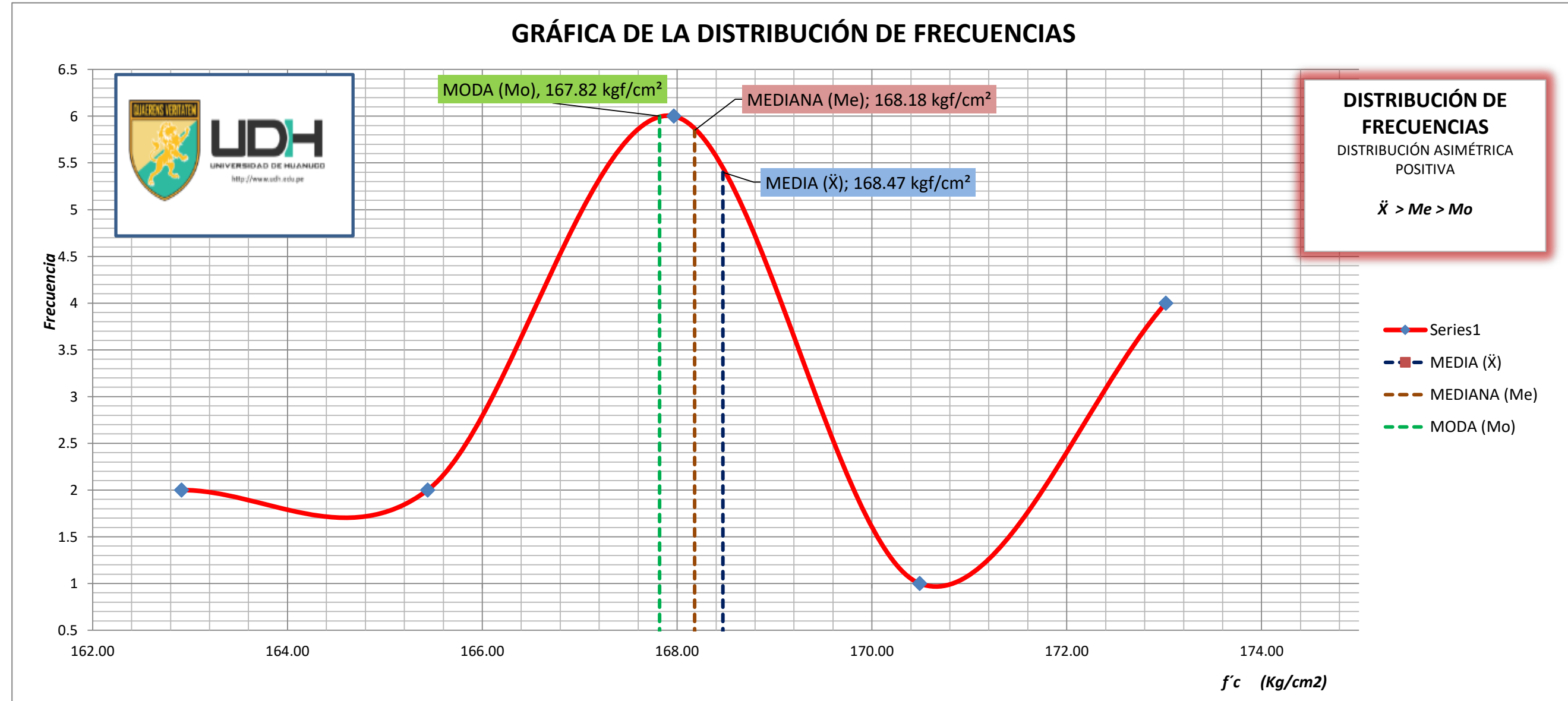
# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº UNIDAD	Esfuerzo Absoluto $f'c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )		DISTRIBUCIÓN NORMAL
U - 05	1	161.65	0.019754
U - 01	2	163.61	0.050462
U - 04	3	164.50	0.068998
U - 02	4	165.84	0.096736
U - 08	5	166.79	0.111567
U - 15	6	166.83	0.112041
U - 14	7	166.89	0.112726
U - 06	8	167.84	0.118951
U - 07	9	168.33	0.118511
U - 13	10	168.56	0.117435
U - 12	11	170.52	0.089741
U - 10	12	172.96	0.039796
U - 11	13	173.08	0.037716
U - 09	14	173.98	0.024206
U - 03	15	174.28	0.020548

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1- $\alpha$ )		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN ( $\alpha$ )		5 %
ZONA DE RECHAZO	$\alpha/2$	2.5 %
	Z+ CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR		1.70 kgf/cm <sup>2</sup>
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL ( $\mu$ )	LÍMITE SUPERIOR	169.70 kgf/cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	166.30 kgf/cm <sup>2</sup>
	<b>166.3 kgf/cm<sup>2</sup> <math>\leq \mu \leq</math> 169.7 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b> <i>Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 unidades (ladrillos) va a estar dentro del intervalo que va desde 166.3 kgf/cm<sup>2</sup> a 169.7 kgf/cm<sup>2</sup>.</i>		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



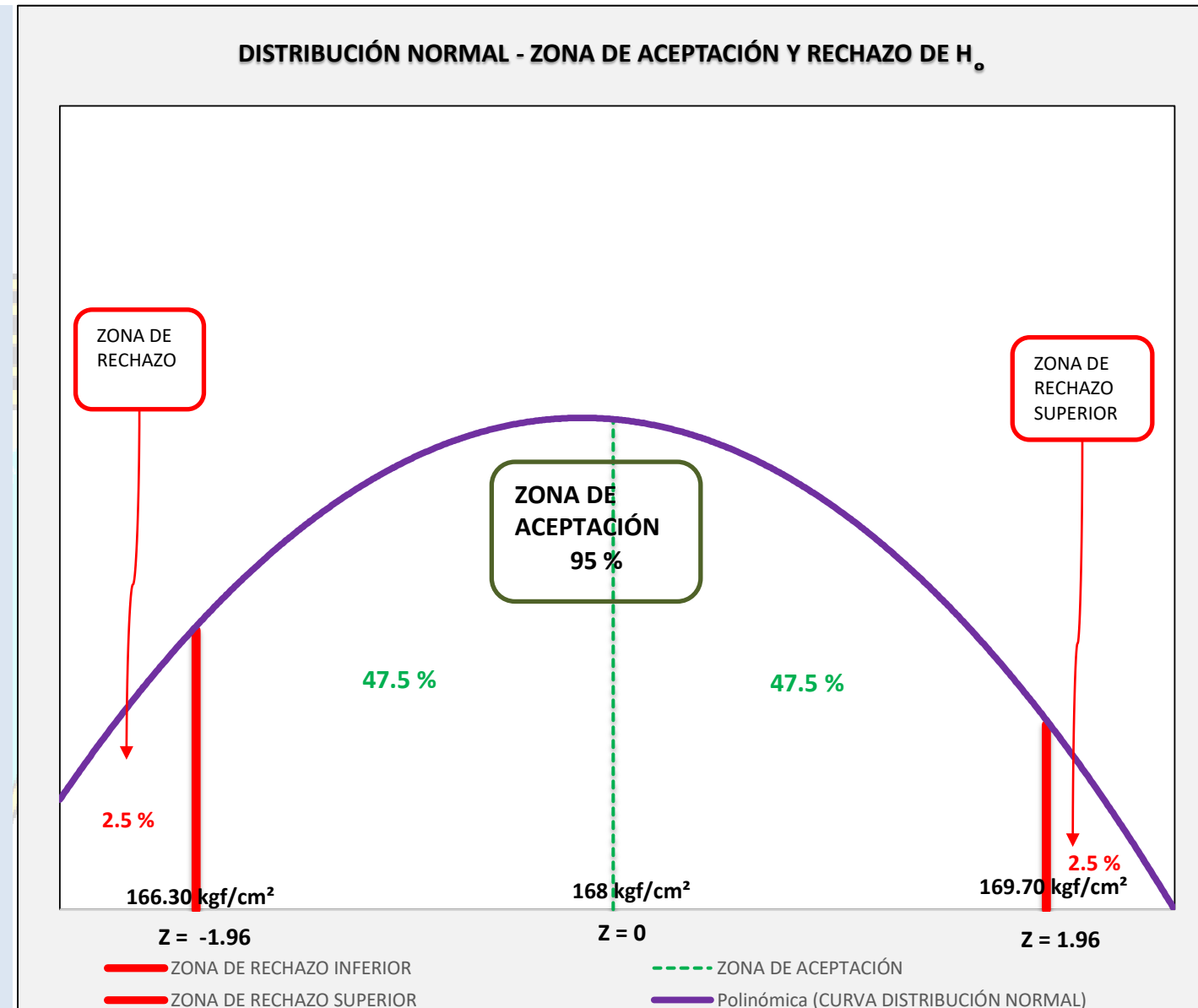
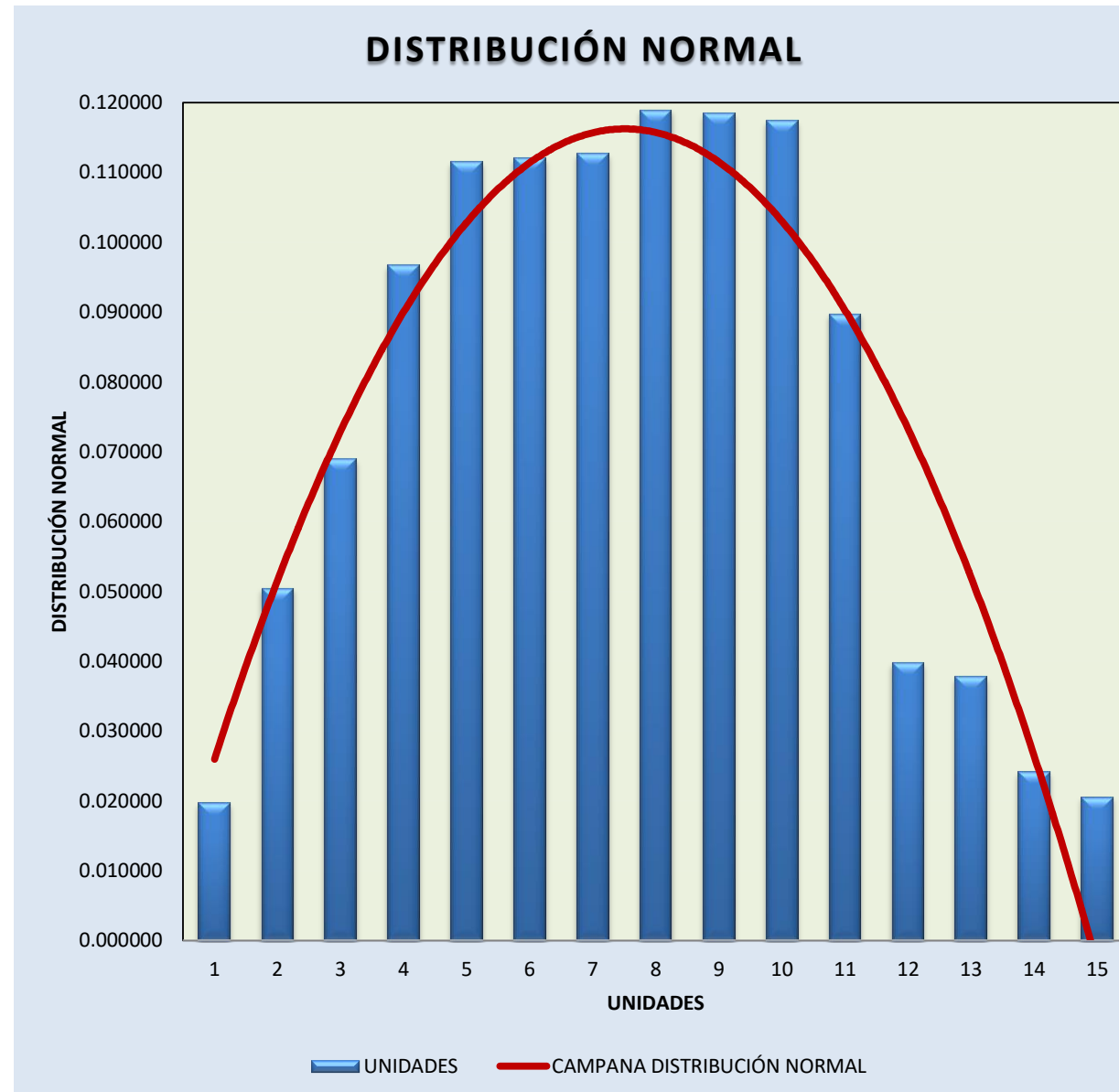
# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.1.- GRÁFICOS







# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



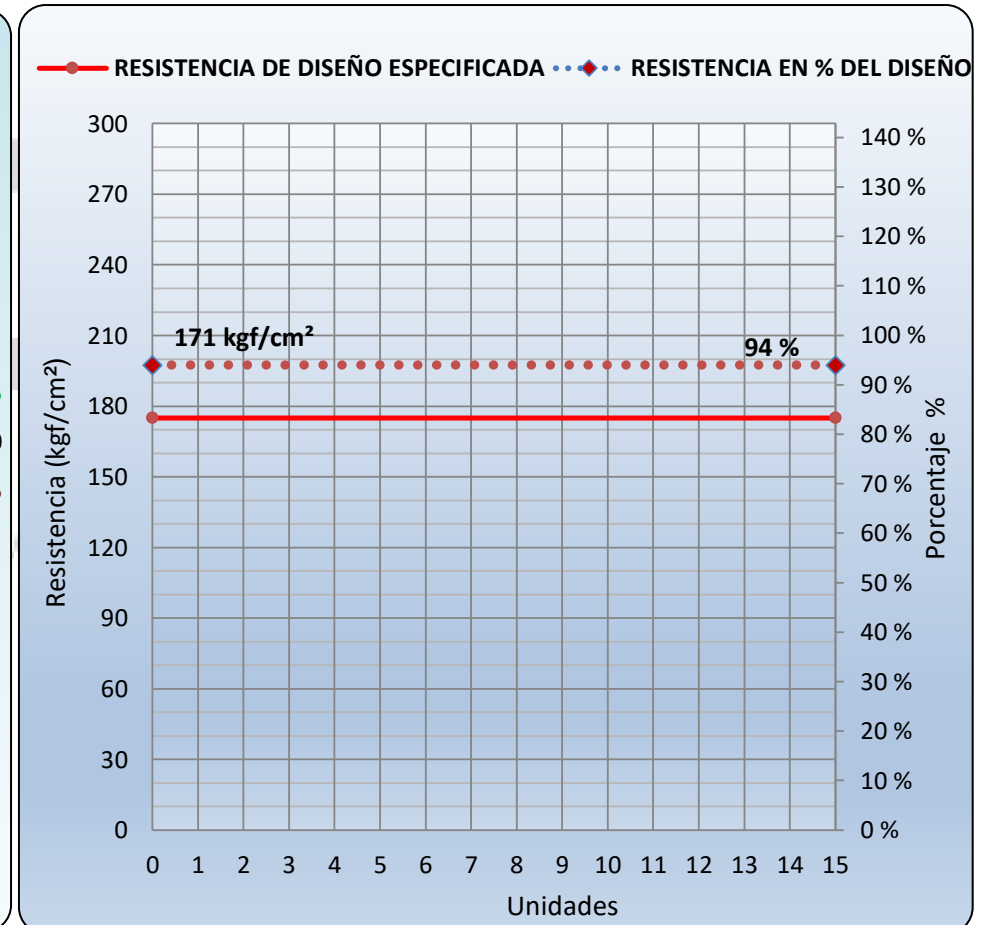
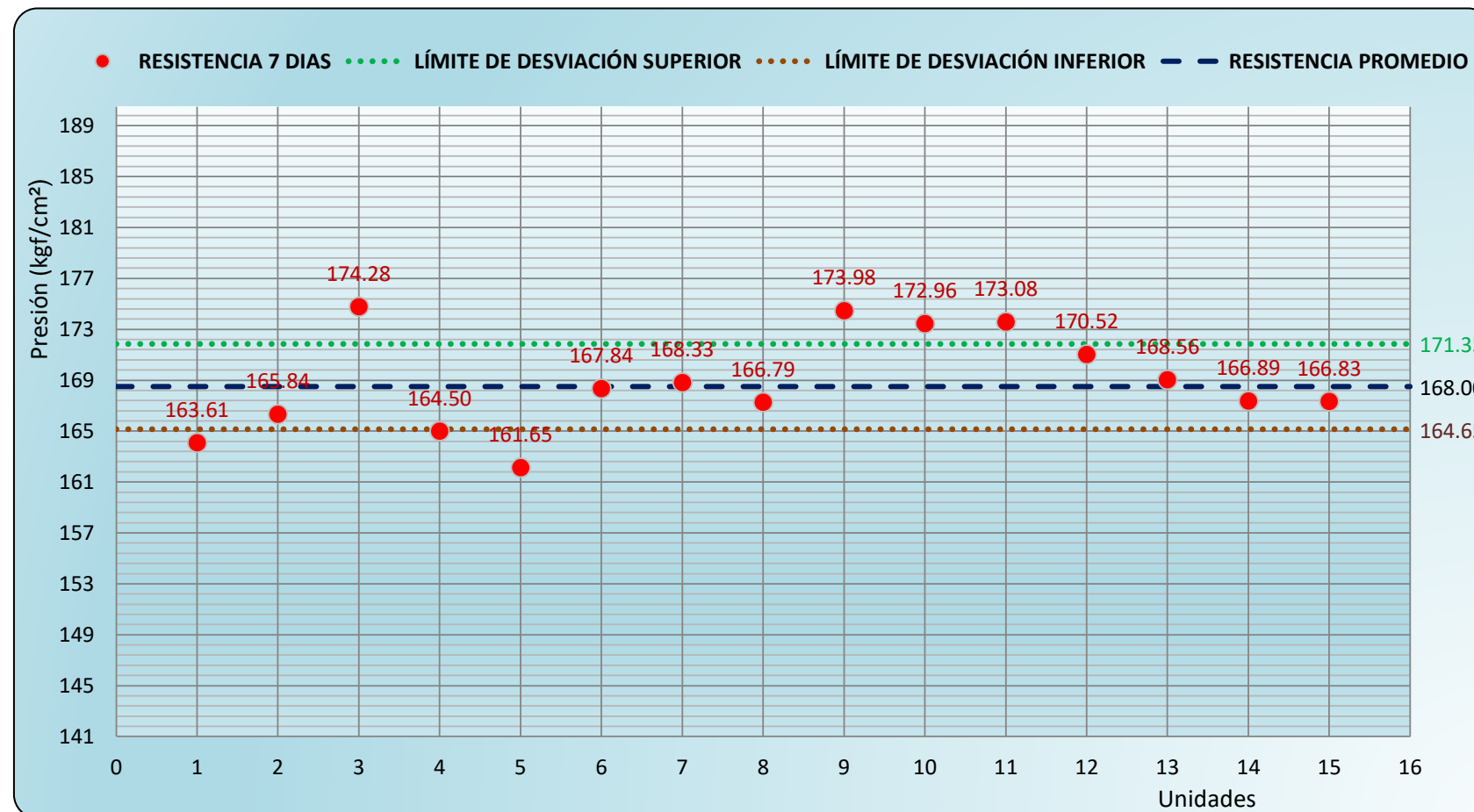
## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	168 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estandar, $\sigma$	3.35 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	165 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	1.99 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'_c=175$ kgf/cm <sup>2</sup> )	94 %

### CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 unidades o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 13.65 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº UNIDAD	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Ladrillo										Días	Máxima carga de prueba (Kgff)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Lado Superior		Lado Inferior		Lado Prome.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				L1 (cm)	L2 (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L (cm)	cm²	H (cm)	H/L	factor	gramos				
UNIDADES DE LADRILLO (PATRÓN)	U - 01	29/08/2018	26/09/2018	23.50	23.50	13.10	13.10	18.30	307.85	9.10	0.50	0.527	6,651.0	28	57890	188.05	Falla por Agrietamiento vertical
	U - 02	29/08/2018	26/09/2018	23.30	23.30	13.20	13.20	18.25	307.56	9.00	0.49	0.522	6,802.0	28	61530	200.06	
	U - 03	29/08/2018	26/09/2018	23.20	23.20	13.20	13.20	18.20	306.24	9.00	0.49	0.524	6,787.0	28	57330	187.21	
	U - 04	29/08/2018	26/09/2018	23.10	23.10	13.10	13.20	18.13	302.61	9.10	0.50	0.532	6,625.0	28	61230	202.34	
	U - 05	29/08/2018	26/09/2018	23.50	23.40	13.40	13.40	18.43	314.90	9.10	0.49	0.523	6,887.0	28	58570	186.00	
	U - 06	29/08/2018	26/09/2018	23.20	23.20	13.20	13.20	18.20	306.24	9.00	0.49	0.524	6,888.0	28	58550	191.19	
	U - 07	29/08/2018	26/09/2018	23.30	23.20	13.30	13.30	18.28	309.89	9.10	0.50	0.528	6,799.0	28	59890	193.26	
	U - 08	29/08/2018	26/09/2018	23.40	23.30	13.10	13.10	18.23	306.54	9.00	0.49	0.523	6,785.0	28	60560	197.56	
	U - 09	29/08/2018	26/09/2018	23.10	23.00	13.20	13.40	18.18	304.92	9.10	0.50	0.531	6,623.0	28	60970	199.95	
	U - 10	29/08/2018	26/09/2018	23.50	23.50	13.20	13.20	18.35	310.20	9.00	0.49	0.519	6,647.0	28	60240	194.20	
	U - 11	29/08/2018	26/09/2018	23.20	23.20	13.10	13.10	18.15	303.92	9.10	0.50	0.532	6,784.0	28	60670	199.62	
	U - 12	29/08/2018	26/09/2018	23.30	23.30	13.20	13.20	18.25	307.56	9.00	0.49	0.522	6,797.0	28	59560	193.65	
	U - 13	29/08/2018	26/09/2018	23.10	23.20	13.20	13.20	18.18	304.92	9.10	0.50	0.531	6,886.0	28	59220	194.21	
	U - 14	29/08/2018	26/09/2018	23.20	23.20	13.40	13.30	18.28	310.88	9.10	0.50	0.528	6,884.0	28	60230	193.74	
	U - 15	29/08/2018	26/09/2018	23.20	23.20	13.30	13.30	18.25	308.56	9.00	0.49	0.522	6,622.0	28	59740	193.61	
Nota: Las unidades de albañilería fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.																	



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

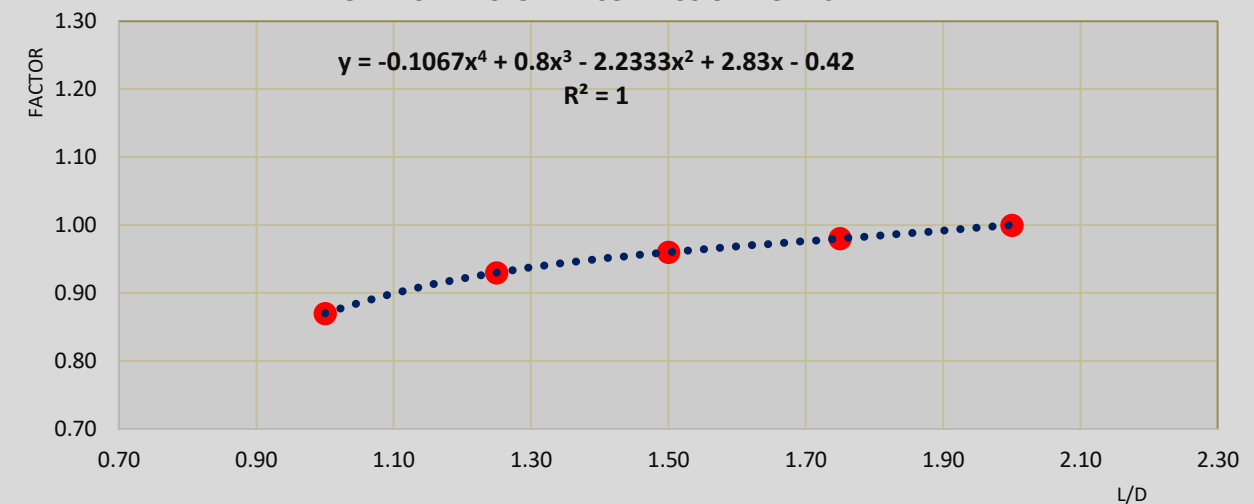
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

### ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

#### CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	16.34 kgf/cm <sup>2</sup>
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	3.27 kgf/cm <sup>2</sup>
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
	$A = \frac{R}{K}$

#### MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	194.61 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	194.44 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	194.17 kgf/cm <sup>2</sup>
Varianza, ( $\sigma^2$ )	21.17
Desviación Estandar, ( $\sigma$ )	4.60 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	2.36 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.1109
Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$	

#### FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

#### TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[ 186.00	189.27 >	187.63	3	0.2000	3	562.90	145.99
2	[ 189.27	192.54 >	190.90	1	0.0667	4	190.90	13.75
3	[ 192.54	195.80 >	194.17	6	0.4000	10	1165.02	1.16
4	[ 195.80	199.07 >	197.44	1	0.0667	11	197.44	8.00
5	[ 199.07	202.34 ]	200.71	4	0.2667	15	802.82	148.64
$\Sigma =$				15	1		2919.09	317.55

#### Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra

K = Nº Intervalos

Li = Límite Inferior

Ls = Límite Superior

xi = Marca de Clase

fi = Frecuencia Absoluta

fr = Relativa

F = Frecuencia Absoluta Acumulada



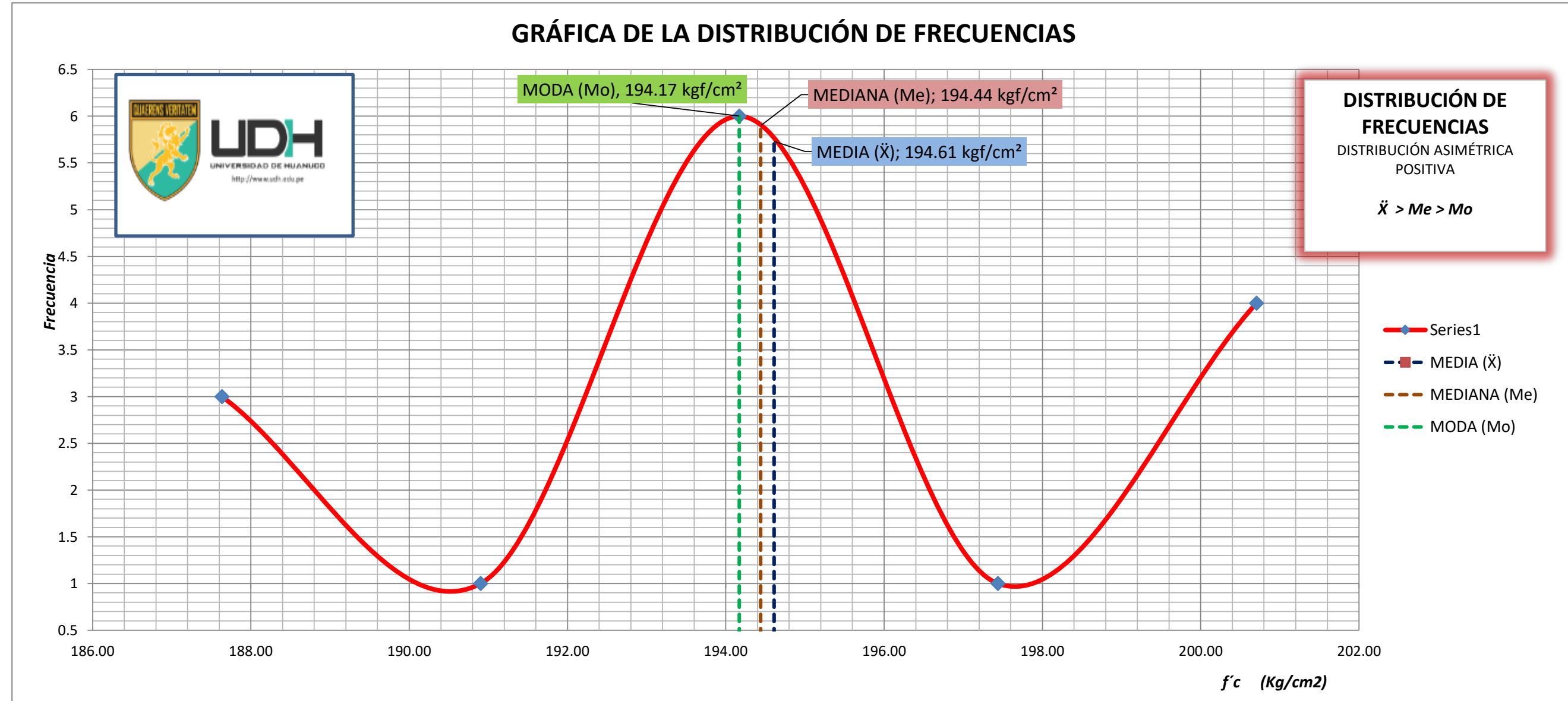
# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS







# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº UNIDAD	Esfuerzo Absoluto $f'_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )		DISTRIBUCIÓN NORMAL
U - 05	1	186.00	0.012791
U - 03	2	187.21	0.020673
U - 01	3	188.05	0.027699
U - 06	4	191.19	0.061544
U - 07	5	193.26	0.080739
U - 15	6	193.61	0.082856
U - 12	7	193.65	0.083071
U - 14	8	193.74	0.083533
U - 10	9	194.20	0.085425
U - 13	10	194.21	0.085457
U - 08	11	197.56	0.074284
U - 11	12	199.62	0.052374
U - 09	13	199.95	0.048608
U - 02	14	200.06	0.047359
U - 04	15	202.34	0.024281

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1- $\alpha$ )		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN ( $\alpha$ )		5 %
ZONA DE RECHAZO	$\alpha/2$	2.5 %
	Z+ CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR		2.33 kgf/cm <sup>2</sup>
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL ( $\mu$ )	LÍMITE SUPERIOR	197.33 kgf/cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	192.67 kgf/cm <sup>2</sup>
	<b>192.67 kgf/cm<sup>2</sup> <math>\leq \mu \leq</math> 197.33 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b> <i>Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 unidades (ladrillos) va a estar dentro del intervalo que va desde 192.6 kgf/cm<sup>2</sup> a 197.33 kgf/cm<sup>2</sup>.</i>		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



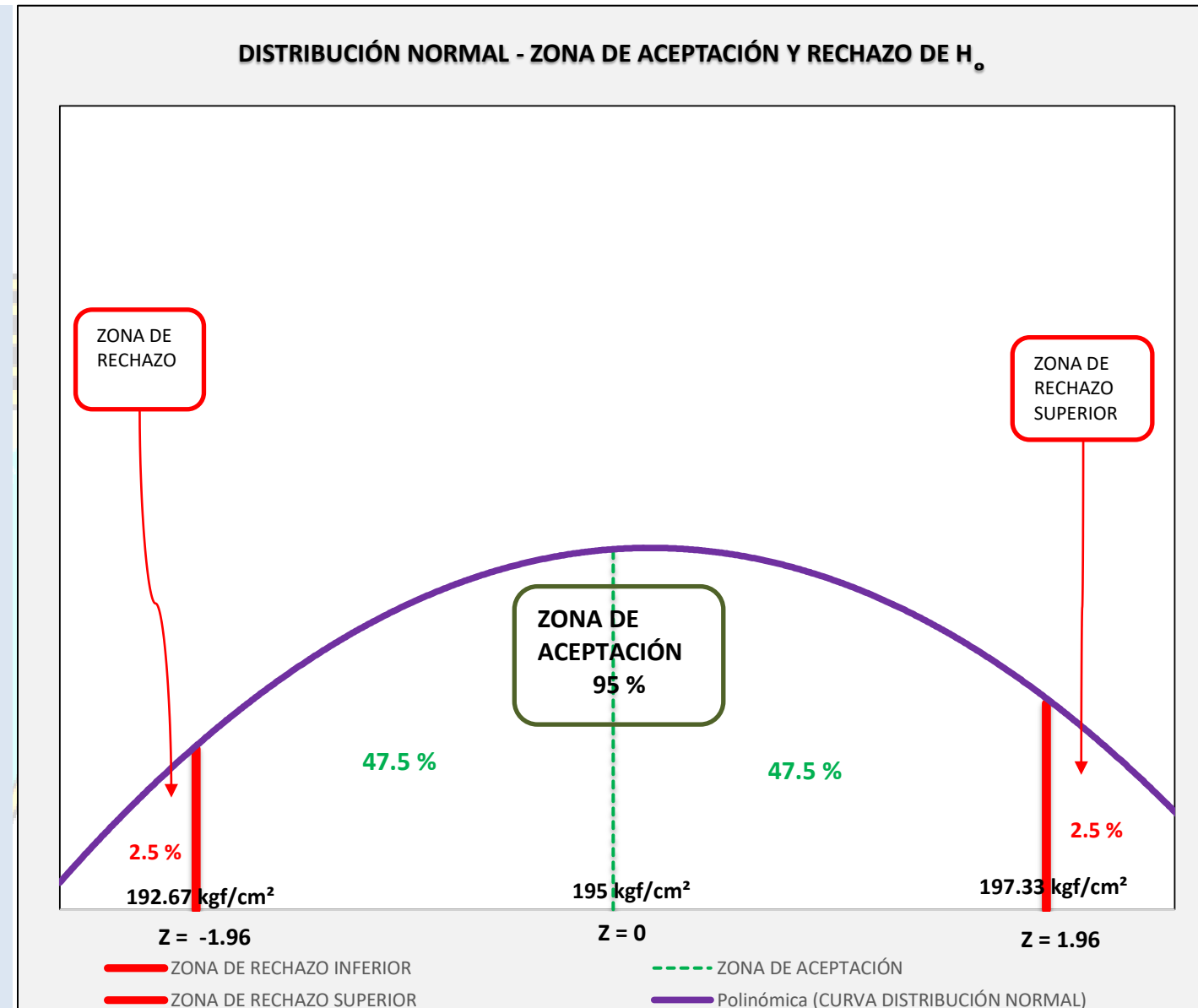
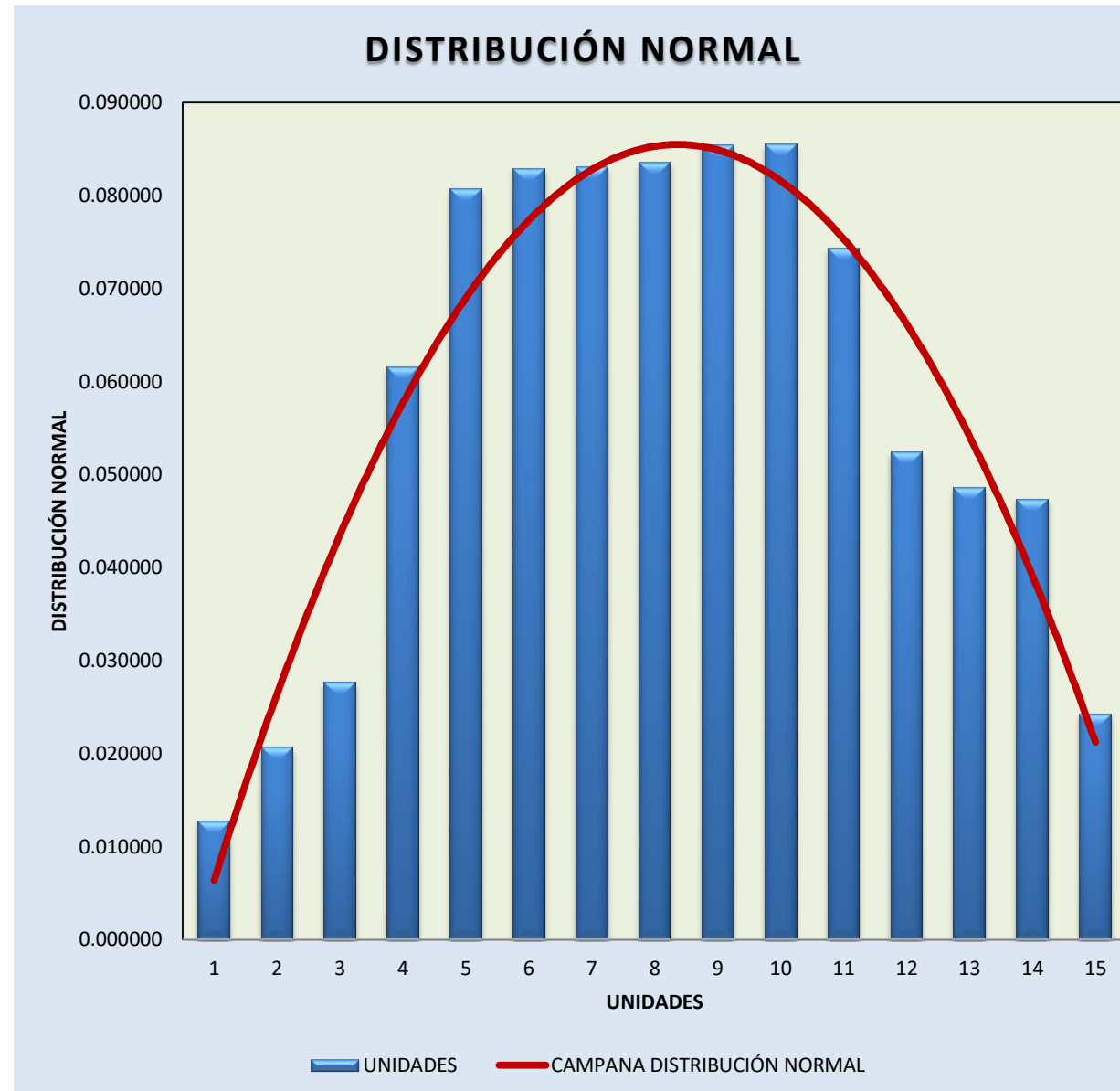
# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.1.- GRÁFICOS





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



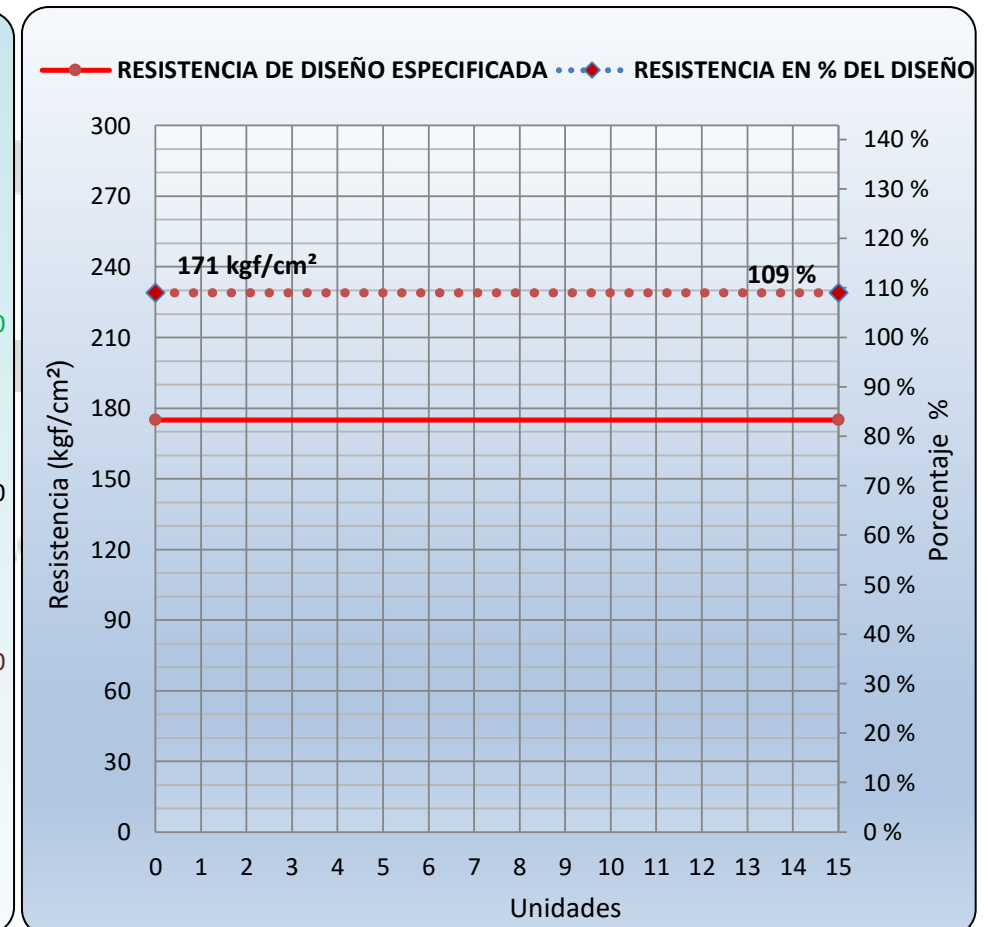
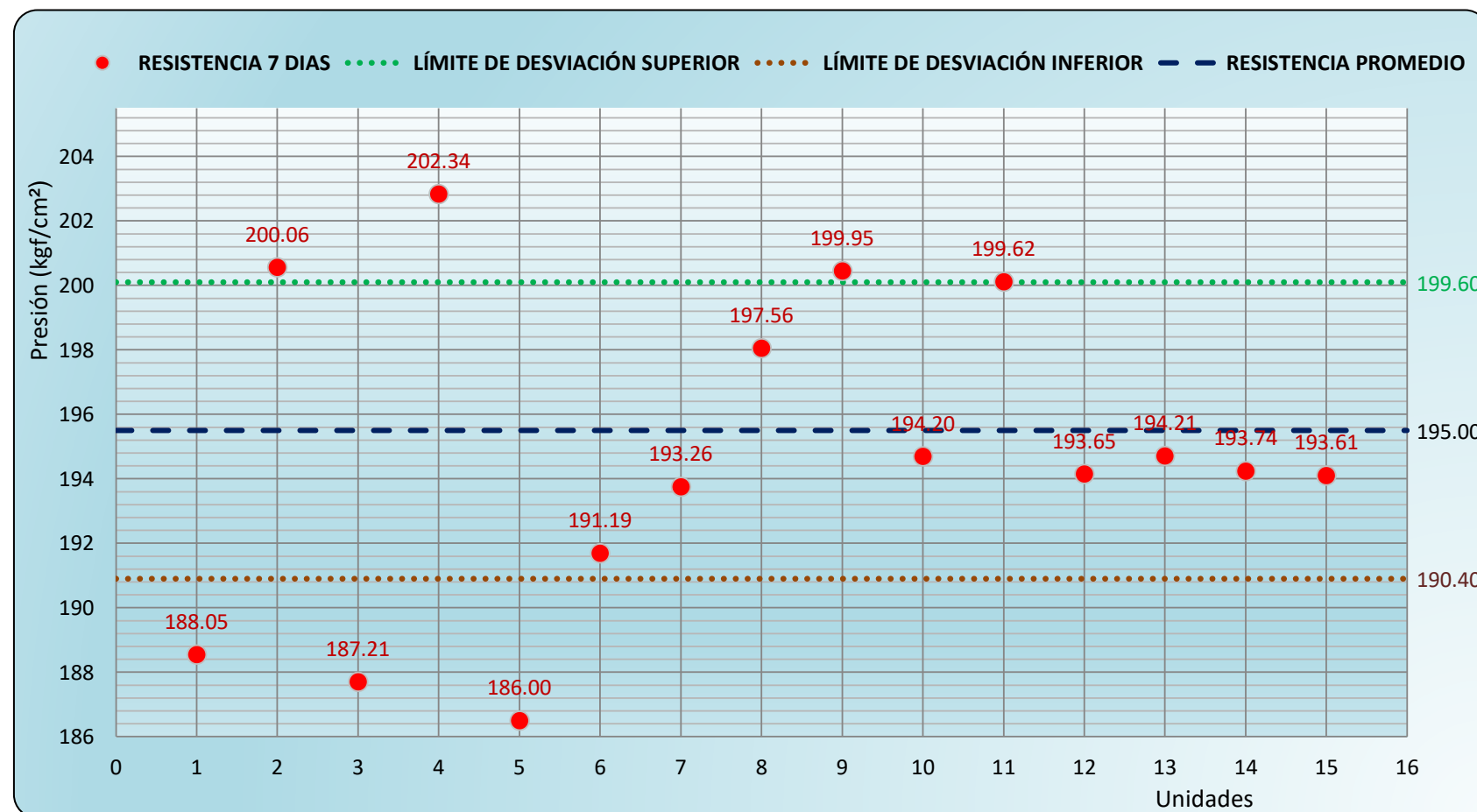
## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	195 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estandar, $\sigma$	4.60 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	190 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	2.36 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'_c=175$ kgf/cm <sup>2</sup> )	109 %

### CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 unidades o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 13.65 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple





# **ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDADES EXPERIMENTAL**



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº UNIDAD	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Ladrillo										Días	Máxima carga de prueba (Kgff)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Lado Superior		Lado Inferior		Lado Prome.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				L1 (cm)	L2 (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L (cm)	cm²	H (cm)	H/L	factor	gramos				
UNIDADES DE LADRILLO (EXPERIMENTAL)	U - 01	01/09/2018	08/09/2018	23.20	23.20	13.10	13.10	18.15	303.92	9.00	0.50	0.525	6,665.0	7	40730	134.02	Falla por Agrietamiento vertical
	U - 02	01/09/2018	08/09/2018	23.10	23.20	13.00	13.10	18.10	300.30	9.00	0.50	0.527	6,661.0	7	44080	146.79	
	U - 03	01/09/2018	08/09/2018	23.30	23.30	13.10	13.10	18.20	305.23	9.00	0.49	0.524	6,888.0	7	37260	122.07	
	U - 04	01/09/2018	08/09/2018	23.40	23.30	13.30	13.20	18.30	311.22	9.00	0.49	0.521	6,796.0	7	39340	126.41	
	U - 05	01/09/2018	08/09/2018	23.10	23.10	13.10	13.20	18.13	302.61	9.00	0.50	0.526	6,736.0	7	43440	143.55	
	U - 06	01/09/2018	08/09/2018	23.10	23.20	13.00	13.10	18.10	300.30	9.10	0.50	0.533	6,757.0	7	42450	141.36	
	U - 07	01/09/2018	08/09/2018	23.20	23.20	13.10	13.20	18.18	303.92	9.10	0.50	0.531	6,798.0	7	42440	139.64	
	U - 08	01/09/2018	08/09/2018	23.20	23.20	13.00	13.30	18.18	301.60	9.00	0.50	0.524	6,745.0	7	44520	147.61	
	U - 09	01/09/2018	08/09/2018	23.10	23.10	13.10	13.10	18.10	302.61	9.10	0.50	0.533	6,664.0	7	41560	137.34	
	U - 10	01/09/2018	08/09/2018	23.30	23.40	13.10	13.20	18.25	305.23	9.00	0.49	0.522	6,788.0	7	40460	132.56	
	U - 11	01/09/2018	08/09/2018	23.40	23.40	13.00	13.10	18.23	304.20	9.10	0.50	0.529	6,669.0	7	42680	140.30	
	U - 12	01/09/2018	08/09/2018	23.10	23.10	13.10	13.20	18.13	302.61	9.10	0.50	0.532	6,764.0	7	42530	140.54	
	U - 13	01/09/2018	08/09/2018	23.20	23.30	13.00	13.10	18.15	301.60	9.00	0.50	0.525	6,769.0	7	39240	130.11	
	U - 14	01/09/2018	08/09/2018	23.20	23.30	13.10	13.20	18.20	303.92	9.10	0.50	0.530	6,662.0	7	42560	140.04	
	U - 15	01/09/2018	08/09/2018	23.10	23.20	13.10	13.10	18.13	302.61	9.00	0.50	0.526	6,743.0	7	41380	136.74	
Nota: Las unidades de albañilería fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.																	





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

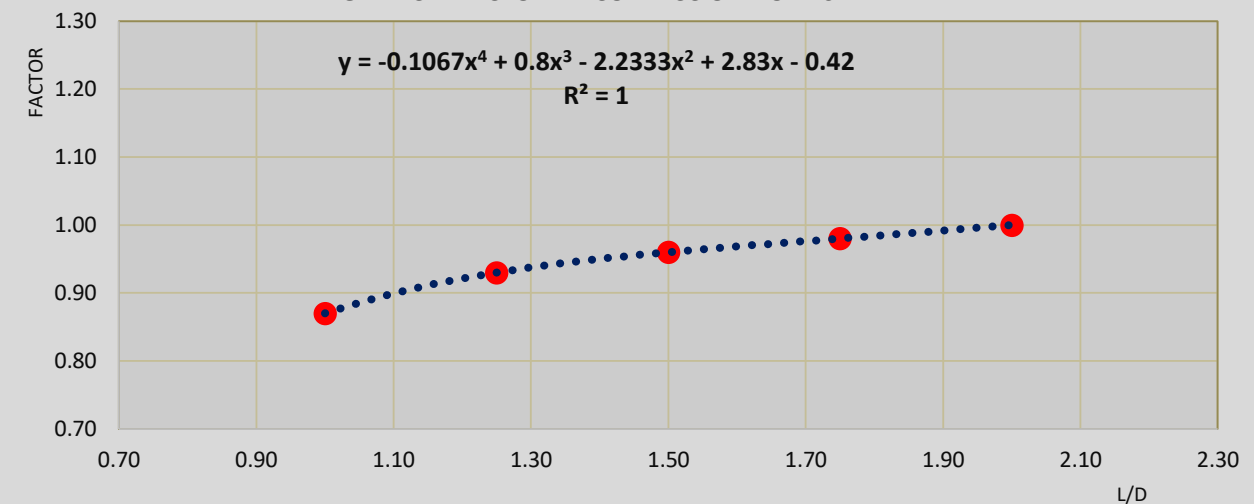
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

### ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

#### CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	25.54 kgf/cm <sup>2</sup>
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	5.11 kgf/cm <sup>2</sup>
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

#### MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	136.88 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	138.03 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	139.95 kgf/cm <sup>2</sup>
Varianza, ( $\sigma^2$ )	41.05
Desviación Estandar, ( $\sigma$ )	6.41 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	4.68 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.5382
Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$	

#### FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

#### TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[ 122.07	127.18 >	124.62	2	0.1333	2	249.25	300.42
2	[ 127.18	132.29 >	129.73	1	0.0667	3	129.73	51.09
3	[ 132.29	137.39 >	134.84	4	0.2667	7	539.36	16.65
4	[ 137.39	142.50 >	139.95	5	0.3333	12	699.74	47.06
5	[ 142.50	147.61 ]	145.06	3	0.2000	15	435.17	200.54
<b>Σ=</b>				<b>15</b>	<b>1</b>		<b>2053.25</b>	<b>615.76</b>

#### Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra

K = Nº Intervalos

Li = Límite Inferior

Ls = Límite Superior

xi = Marca de Clase

fi = Frecuencia Absoluta

fr = Relativa

F = Frecuencia Absoluta Acumulada



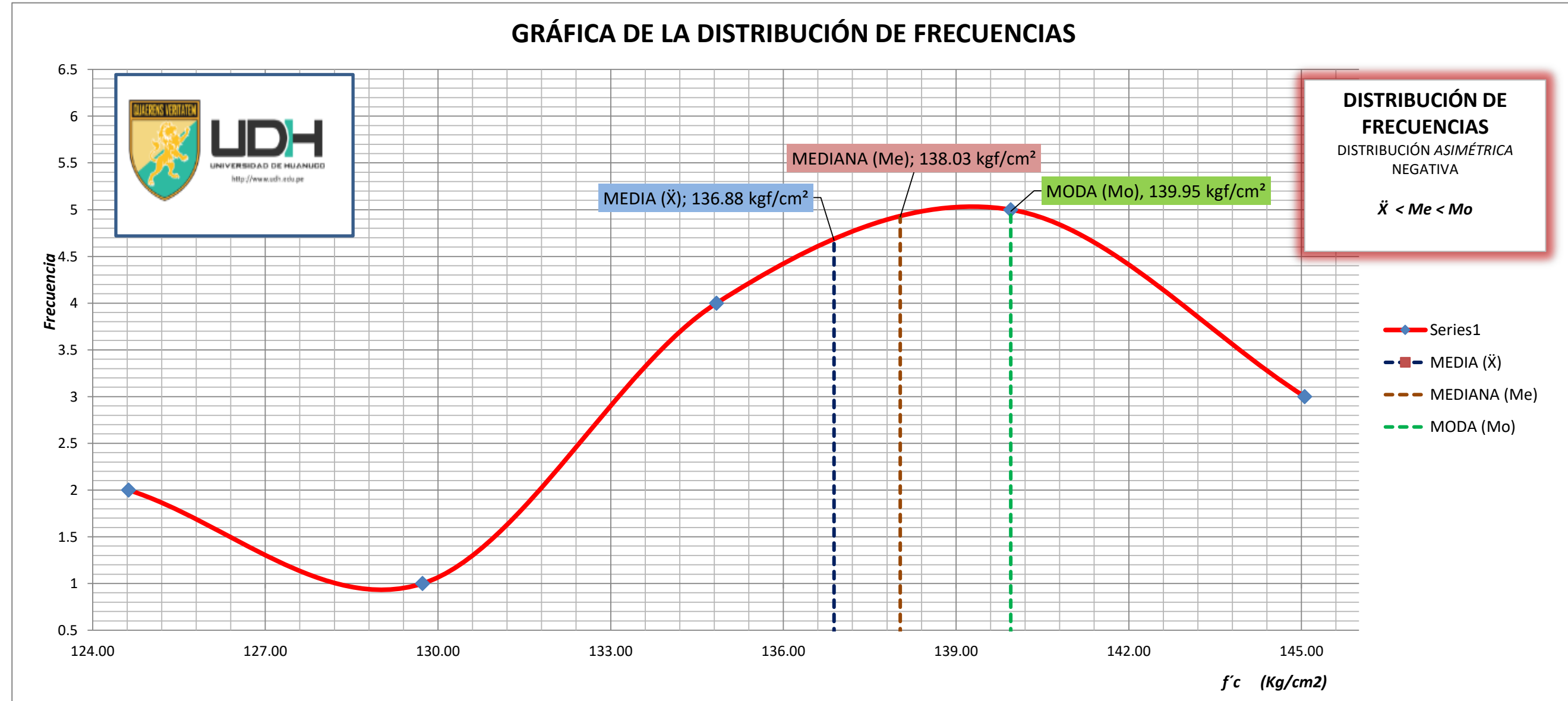
# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº UNIDAD	Esfuerzo Absoluto $f'c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )		DISTRIBUCIÓN NORMAL
U - 03	1	122.07	0.004131
U - 04	2	126.41	0.015899
U - 13	3	130.11	0.034927
U - 10	4	132.56	0.048963
U - 01	5	134.02	0.055862
U - 15	6	136.74	0.062186
U - 09	7	137.34	0.062150
U - 07	8	139.64	0.057177
U - 14	9	140.04	0.055617
U - 11	10	140.30	0.054513
U - 12	11	140.54	0.053435
U - 06	12	141.36	0.049384
U - 05	13	143.55	0.036925
U - 02	14	146.79	0.019388
U - 08	15	147.61	0.015817

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1- $\alpha$ )		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN ( $\alpha$ )		5 %
ZONA DE RECHAZO	$\alpha/2$	2.5 %
	Z+ CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR		3.24 kgf/cm <sup>2</sup>
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL ( $\mu$ )	LÍMITE SUPERIOR	140.24 kgf/cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	133.76 kgf/cm <sup>2</sup>
	<b>133.76 kgf/cm<sup>2</sup> <math>\leq \mu \leq</math> 140.24 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b> <i>Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 unidades (ladrillos) va a estar dentro del intervalo que va desde 133.76 kgf/cm<sup>2</sup> a 140.24 kgf/cm<sup>2</sup>.</i>		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



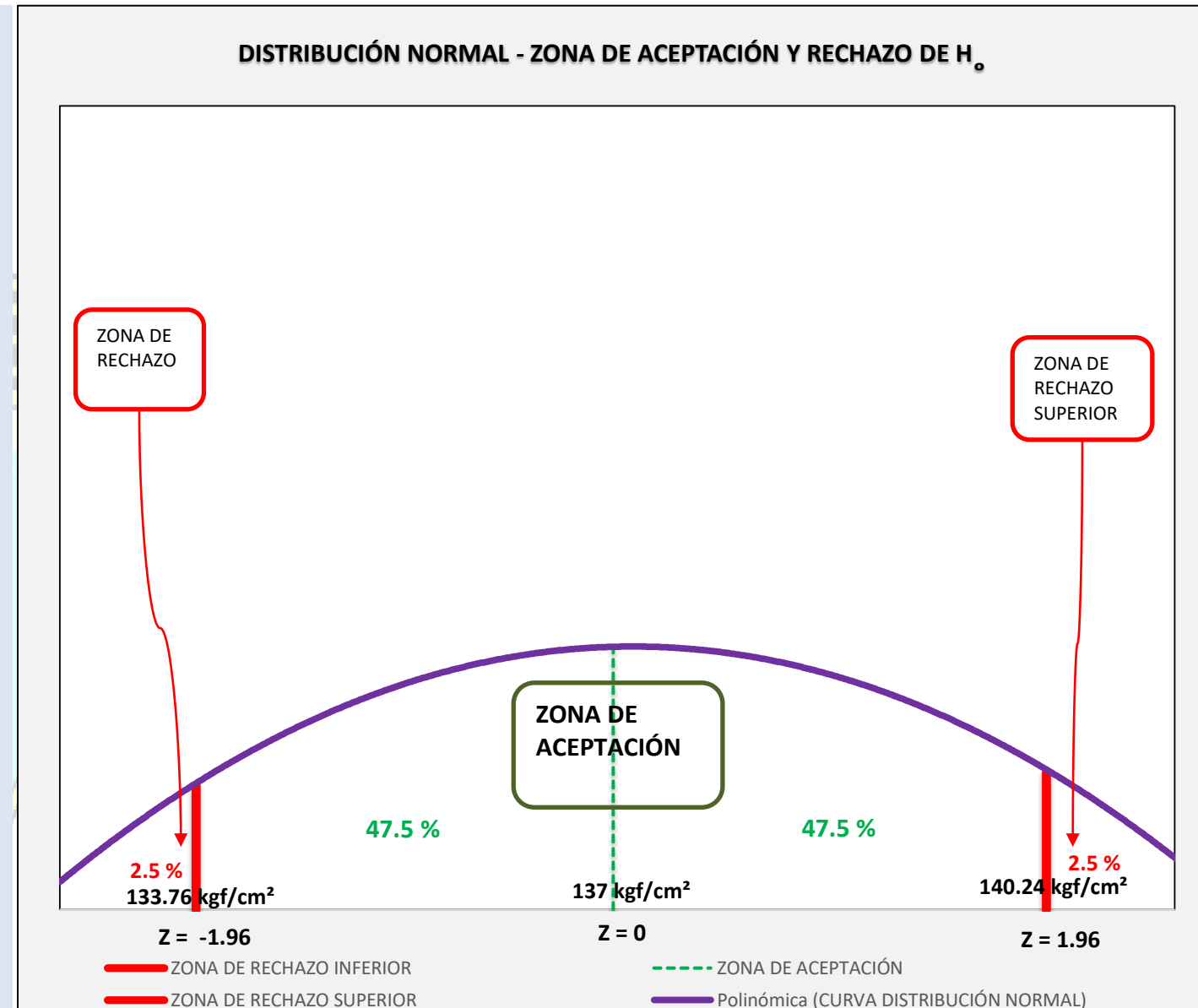
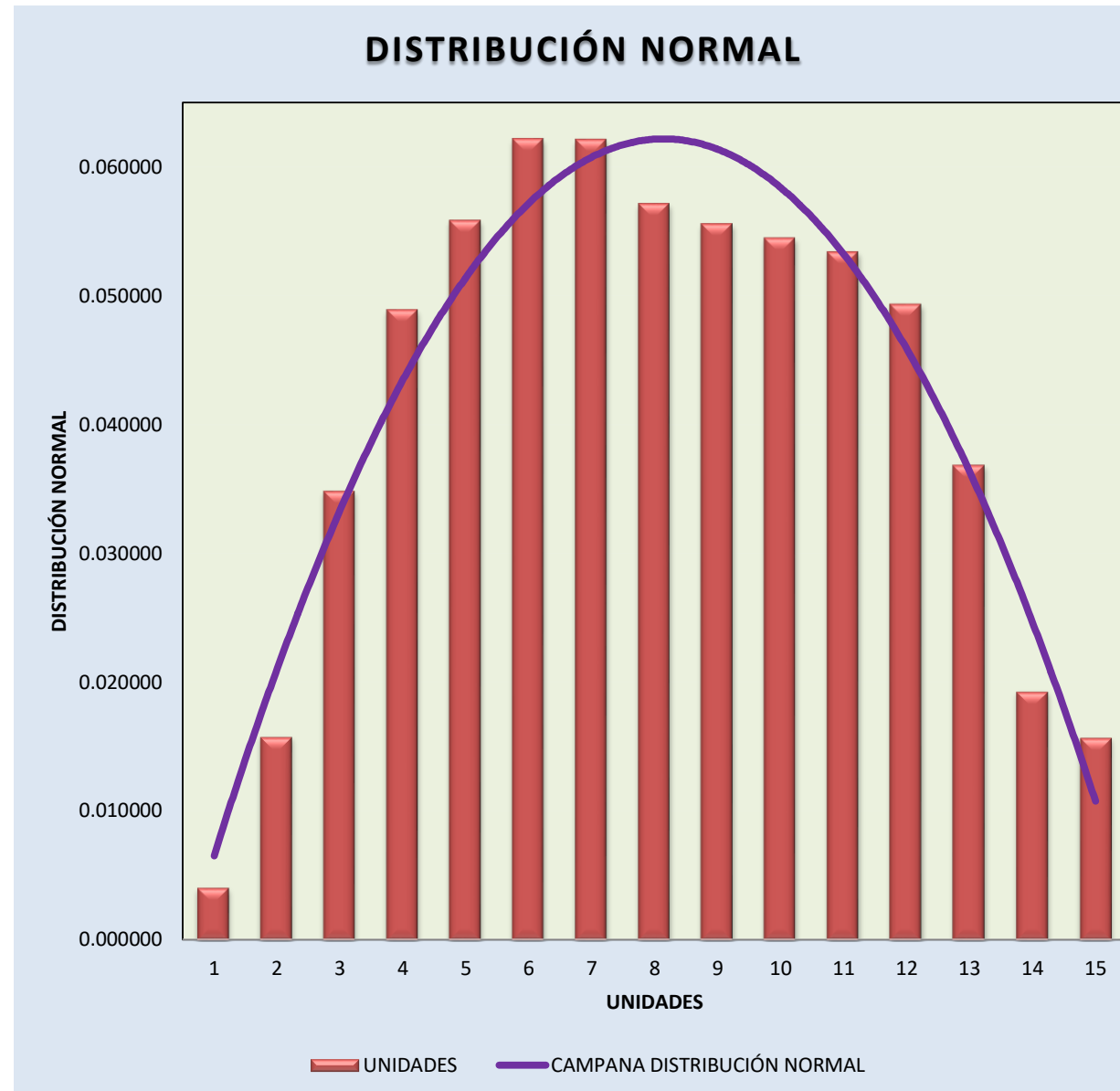
# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.1.- GRÁFICOS







# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



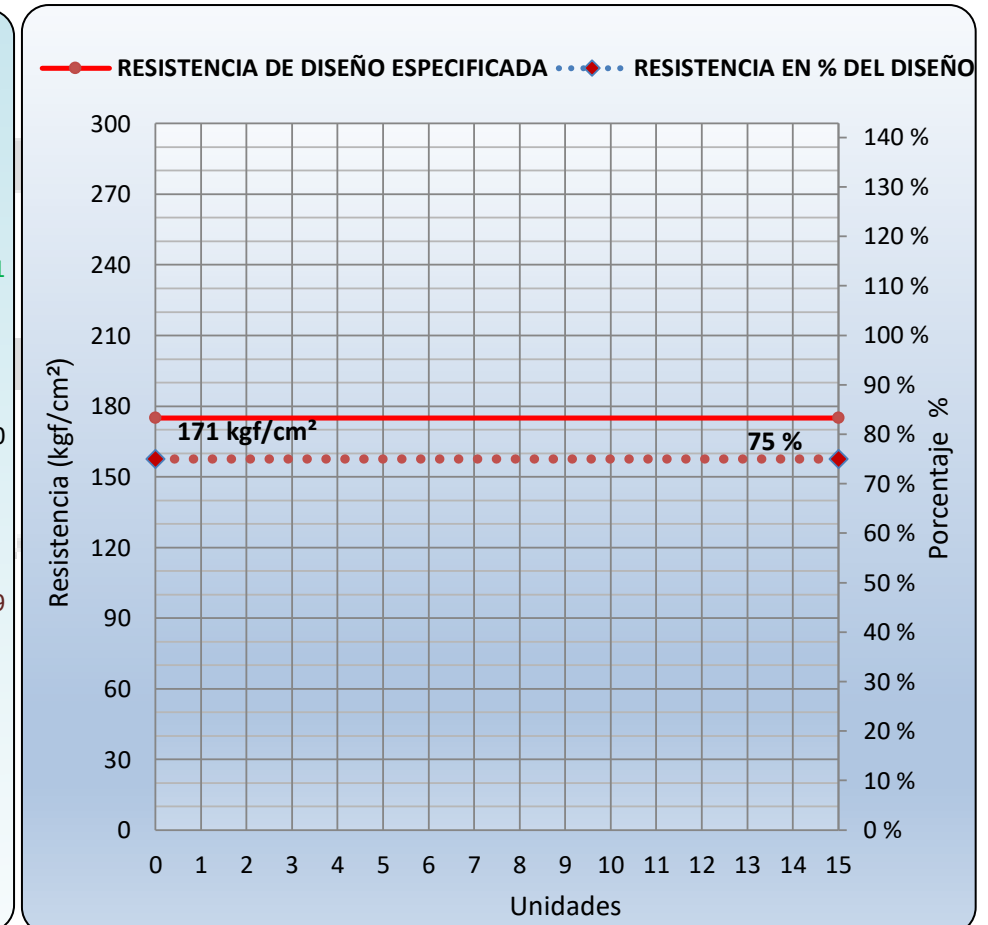
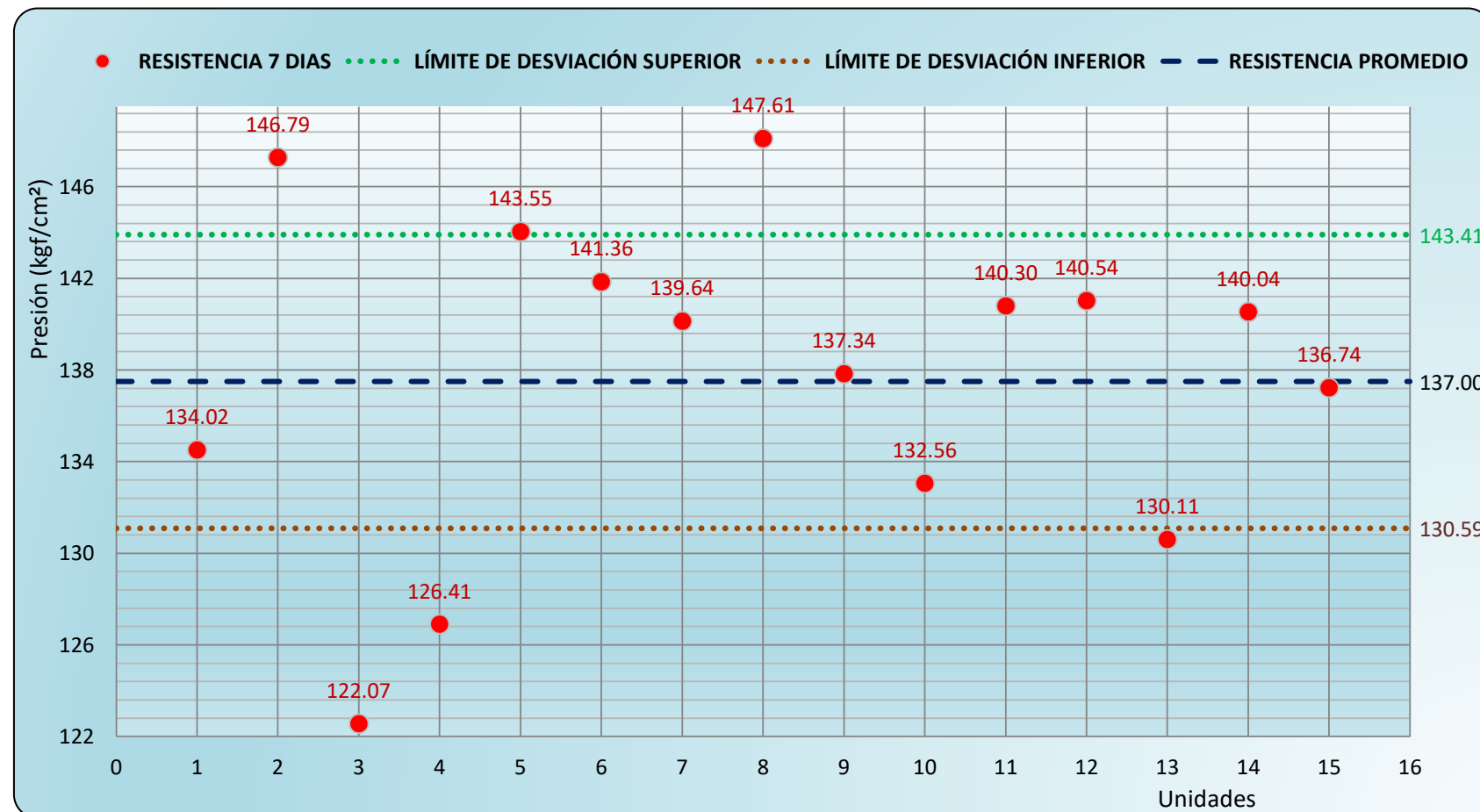
## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	137 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estandar, $\sigma$	6.41 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	131 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	4.68 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'_c=175$ kgf/cm <sup>2</sup> )	75 %

### CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 unidades o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 13.65 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	No Cumple	Cumple





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº UNIDAD	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Ladrillo										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Lado Superior		Lado Inferior		Lado Prome.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				L1 (cm)	L2 (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L (cm)	cm²	H (cm)	H/L	factor	gramos				
UNIDADES DE LADRILLO (EXPERIMENTAL)	U - 01	01/09/2018	15/09/2018	23.10	23.20	13.10	13.10	18.13	302.61	9.00	0.50	0.526	6,627.0	14	54380	179.70	Falla por Agrietamiento vertical
	U - 02	01/09/2018	15/09/2018	23.10	23.20	13.00	13.10	18.10	300.30	9.00	0.50	0.527	6,619.0	14	52710	175.52	
	U - 03	01/09/2018	15/09/2018	23.50	23.40	13.20	13.20	18.33	310.20	9.10	0.50	0.526	6,739.0	14	44580	143.71	
	U - 04	01/09/2018	15/09/2018	23.30	23.30	13.10	13.10	18.20	305.23	9.10	0.50	0.530	6,669.0	14	46910	153.69	
	U - 05	01/09/2018	15/09/2018	23.10	23.10	13.20	13.20	18.15	304.92	9.10	0.50	0.532	6,666.0	14	52000	170.54	
	U - 06	01/09/2018	15/09/2018	23.50	23.50	13.20	13.20	18.35	310.20	9.00	0.49	0.519	6,665.0	14	49490	159.54	
	U - 07	01/09/2018	15/09/2018	23.20	23.20	13.00	13.10	18.13	301.60	9.00	0.50	0.526	6,668.0	14	52000	172.41	
	U - 08	01/09/2018	15/09/2018	23.30	23.30	13.10	13.20	18.23	305.23	9.00	0.49	0.523	6,735.0	14	48650	159.39	
	U - 09	01/09/2018	15/09/2018	23.50	23.50	13.20	13.20	18.35	310.20	9.00	0.49	0.519	6,616.0	14	53670	173.02	
	U - 10	01/09/2018	15/09/2018	23.10	23.10	13.10	13.10	18.10	302.61	9.10	0.50	0.533	6,622.0	14	49140	162.39	
	U - 11	01/09/2018	15/09/2018	23.10	23.20	13.10	13.10	18.13	302.61	9.10	0.50	0.532	6,624.0	14	52050	172.00	
	U - 12	01/09/2018	15/09/2018	23.20	23.20	13.20	13.20	18.20	306.24	9.00	0.49	0.524	6,614.0	14	48700	159.03	
	U - 13	01/09/2018	15/09/2018	23.10	23.10	13.30	13.20	18.18	307.23	9.10	0.50	0.531	6,618.0	14	48760	158.71	
	U - 14	01/09/2018	15/09/2018	23.10	23.10	13.20	13.20	18.15	304.92	9.10	0.50	0.532	6,666.0	14	53260	174.67	
	U - 15	01/09/2018	15/09/2018	23.20	23.20	13.30	13.30	18.25	308.56	9.00	0.49	0.522	6,733.0	14	47010	152.35	
Nota: Las unidades de albañilería fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.																	



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

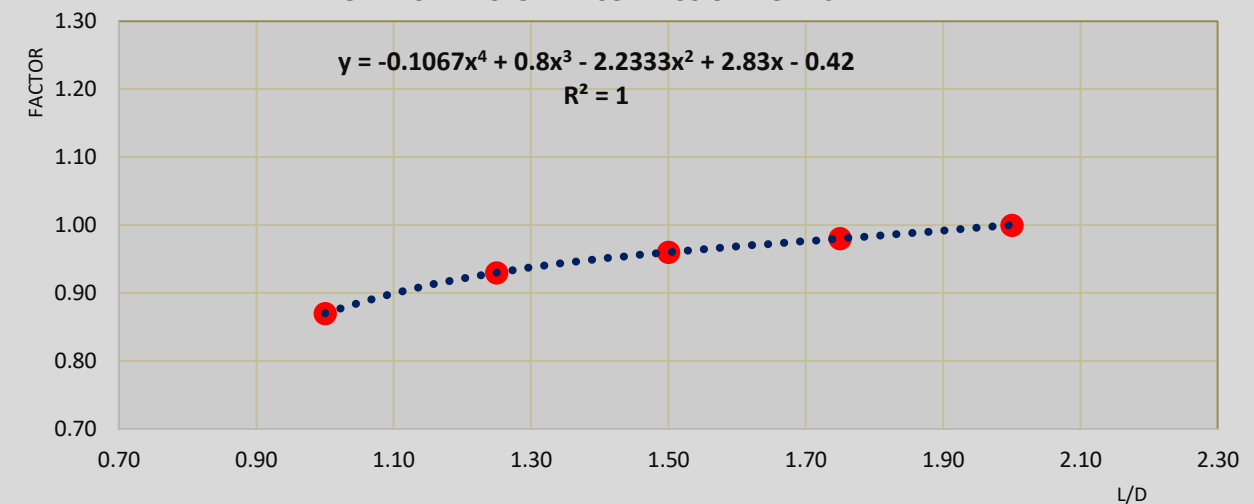
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

### ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

#### CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	35.99 kgf/cm <sup>2</sup>
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	7.20 kgf/cm <sup>2</sup>
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \log(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

#### MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	165.06 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	164.58 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	162.42 kgf/cm <sup>2</sup>
Varianza, ( $\sigma^2$ )	75.07
Desviación Estandar, ( $\sigma$ )	8.66 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	5.25 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.1663
Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$	

#### FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

#### TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[ 143.71	150.91 >	147.31	1	0.0667	1	147.31	315.10
2	[ 150.91	158.11 >	154.51	2	0.1333	3	309.01	222.73
3	[ 158.11	165.30 >	161.71	5	0.3333	8	808.53	56.28
4	[ 165.30	172.50 >	168.90	3	0.2000	11	506.71	44.31
5	[ 172.50	179.70 ]	176.10	4	0.2667	15	704.40	487.61
$\Sigma =$				15	1		2475.96	1126.03

#### Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra

K = Nº Intervalos

Li = Límite Inferior

Ls = Límite Superior

xi = Marca de Clase

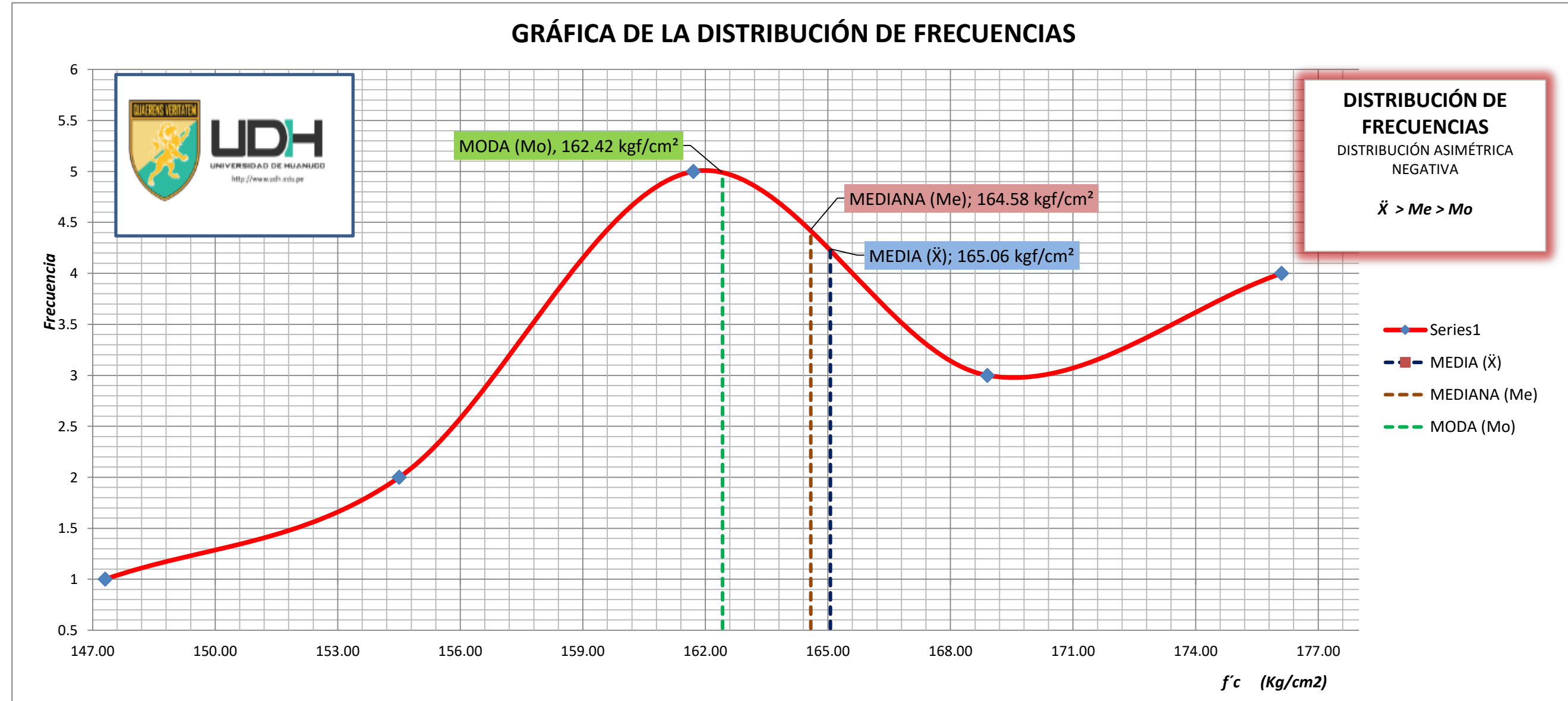
fi = Frecuencia Absoluta

fr = Relativa

F = Frecuencia Absoluta Acumulada

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS







# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº UNIDAD	Esfuerzo Absoluto $f'c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )		DISTRIBUCIÓN NORMAL
U - 03	1	143.71	0.002244
U - 15	2	152.35	0.015851
U - 04	3	153.69	0.019634
U - 13	4	158.71	0.035386
U - 12	5	159.03	0.036324
U - 08	6	159.39	0.037348
U - 06	7	159.54	0.037764
U - 10	8	162.39	0.044022
U - 05	9	170.54	0.037543
U - 11	10	172.00	0.033229
U - 07	11	172.41	0.031945
U - 09	12	173.02	0.030002
U - 14	13	174.67	0.024697
U - 02	14	175.52	0.022027
U - 01	15	179.70	0.010907

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1- $\alpha$ )		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN ( $\alpha$ )		5 %
ZONA DE RECHAZO	$\alpha/2$	2.5 %
	Z+ CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR		4.38 kgf/cm <sup>2</sup>
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL ( $\mu$ )	LÍMITE SUPERIOR	169.38 kgf/cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	160.62 kgf/cm <sup>2</sup>
	<b>160.62 kgf/cm<sup>2</sup> <math>\leq \mu \leq</math> 169.38 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b> <i>Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 unidades (ladrillos) va a estar dentro del intervalo que va desde 160.62 kgf/cm<sup>2</sup> a 169.38 kgf/cm<sup>2</sup>.</i>		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



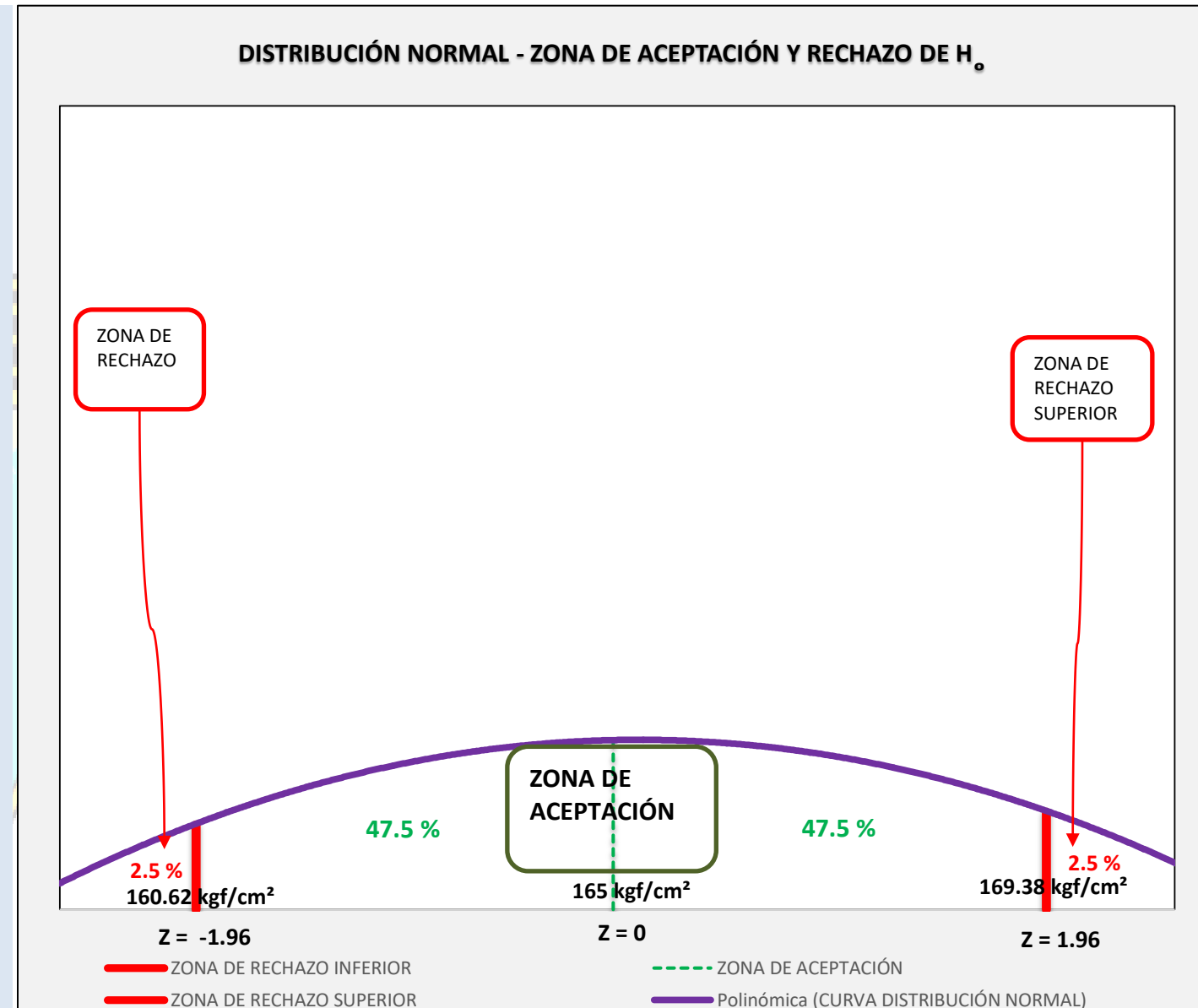
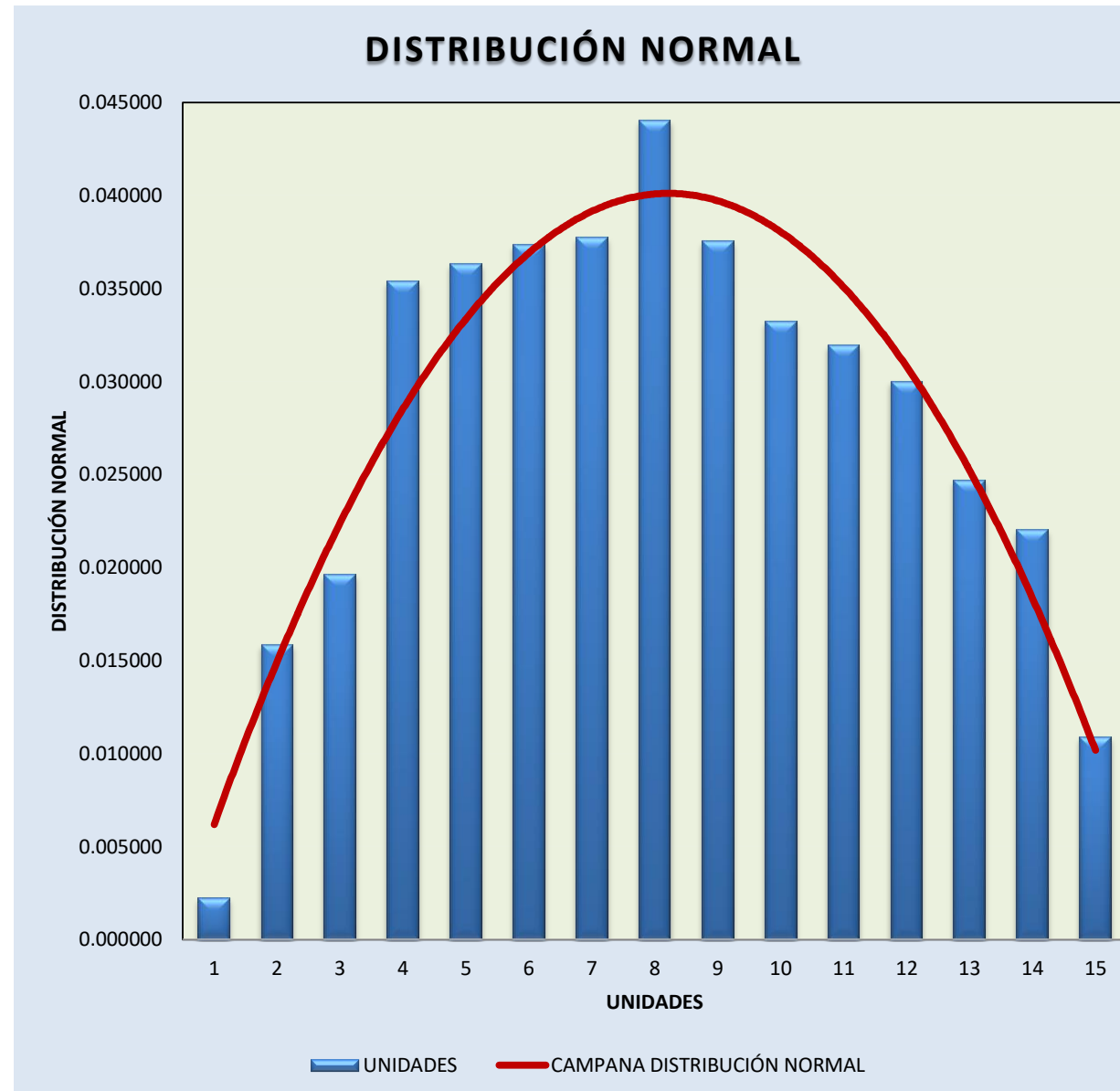
# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.1.- GRÁFICOS





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



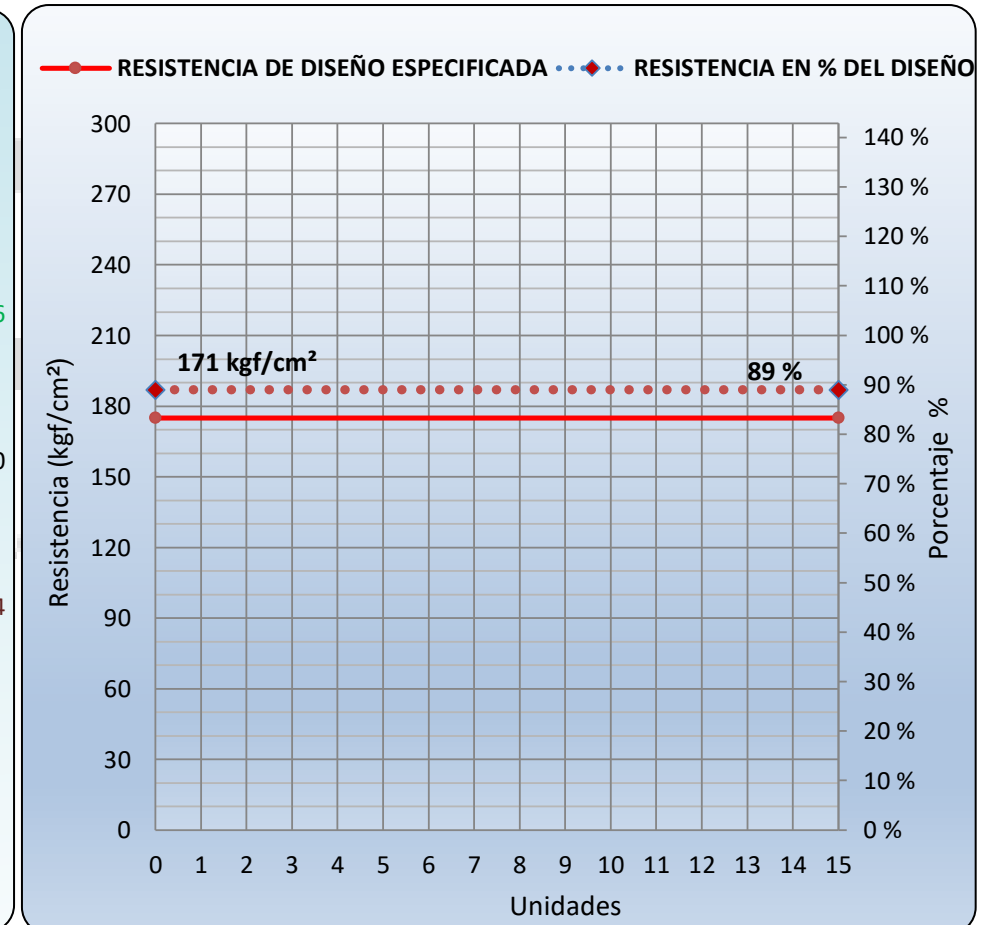
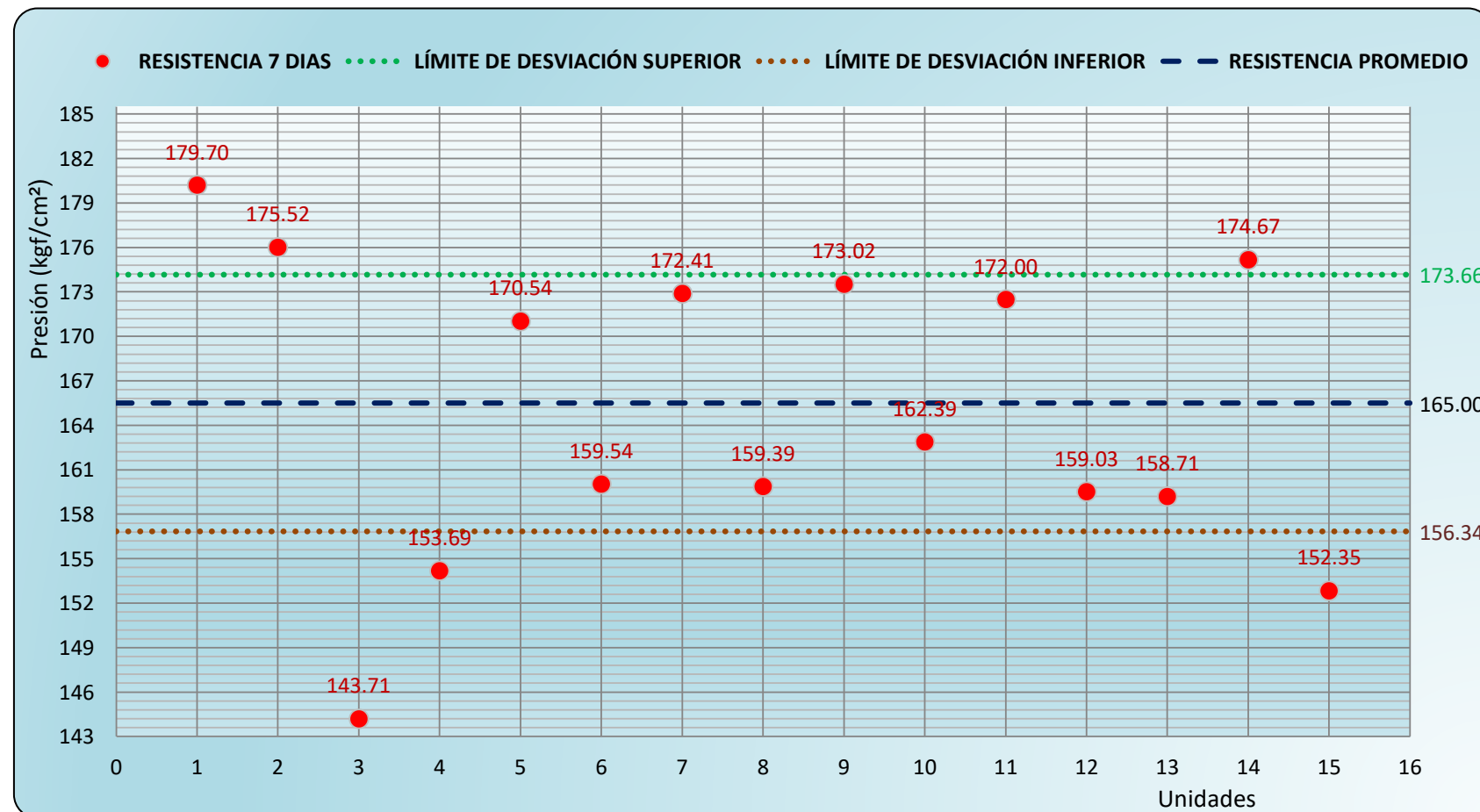
## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	165 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estandar, $\sigma$	8.66 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	156 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	5.25 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'_c=175$ kgf/cm <sup>2</sup> )	89 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 unidades o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 13.65 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	No Cumple	Cumple





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº UNIDAD	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Ladrillo										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Lado Superior		Lado Inferior		Lado Prome.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				L1 (cm)	L2 (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L (cm)	cm²	H (cm)	H/L	factor	gramos				
UNIDADES DE LADRILLO (EXPERIMENTAL)	U - 01	01/09/2018	29/09/2018	23.40	23.40	13.30	13.10	18.30	311.22	9.10	0.50	0.527	6,603.0	28	54680	175.70	Falla por Agrietamiento vertical
	U - 02	01/09/2018	29/09/2018	23.30	23.30	13.20	13.20	18.25	307.56	9.00	0.49	0.522	6,633.0	28	48980	159.25	
	U - 03	01/09/2018	29/09/2018	23.10	23.20	13.10	13.10	18.13	302.61	9.10	0.50	0.532	6,590.0	28	55360	182.94	
	U - 04	01/09/2018	29/09/2018	23.20	23.10	13.10	13.20	18.15	303.92	9.00	0.50	0.525	6,628.0	28	62780	206.57	
	U - 05	01/09/2018	29/09/2018	23.30	23.30	13.10	13.10	18.20	305.23	9.00	0.49	0.524	6,762.0	28	50490	165.42	
	U - 06	01/09/2018	29/09/2018	23.30	23.30	13.30	13.20	18.28	309.89	9.00	0.49	0.521	6,763.0	28	58140	187.61	
	U - 07	01/09/2018	29/09/2018	23.40	23.30	13.20	13.30	18.30	308.88	9.10	0.50	0.527	6,629.0	28	60490	195.84	
	U - 08	01/09/2018	29/09/2018	23.20	23.20	13.10	13.10	18.15	303.92	9.00	0.50	0.525	6,590.0	28	59390	195.41	
	U - 09	01/09/2018	29/09/2018	23.10	23.20	13.20	13.20	18.18	304.92	9.10	0.50	0.531	6,634.0	28	55690	182.64	
	U - 10	01/09/2018	29/09/2018	23.10	23.20	13.30	13.20	18.20	307.23	9.00	0.49	0.524	6,604.0	28	58990	192.01	
	U - 11	01/09/2018	29/09/2018	23.20	23.20	13.10	13.10	18.15	303.92	9.00	0.50	0.525	6,750.0	28	58860	193.67	
	U - 12	01/09/2018	29/09/2018	23.30	23.40	13.30	13.20	18.30	309.89	9.10	0.50	0.527	6,620.0	28	55790	180.03	
	U - 13	01/09/2018	29/09/2018	23.30	23.30	13.20	13.20	18.25	307.56	9.00	0.49	0.522	6,560.0	28	57490	186.92	
	U - 14	01/09/2018	29/09/2018	23.10	23.10	13.10	13.40	18.18	302.61	9.00	0.50	0.524	6,630.0	28	55490	183.37	
	U - 15	01/09/2018	29/09/2018	23.30	23.30	13.10	13.30	18.25	305.23	9.00	0.49	0.522	6,640.0	28	60500	198.21	
Nota: Las unidades de albañilería fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.																	



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas*



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

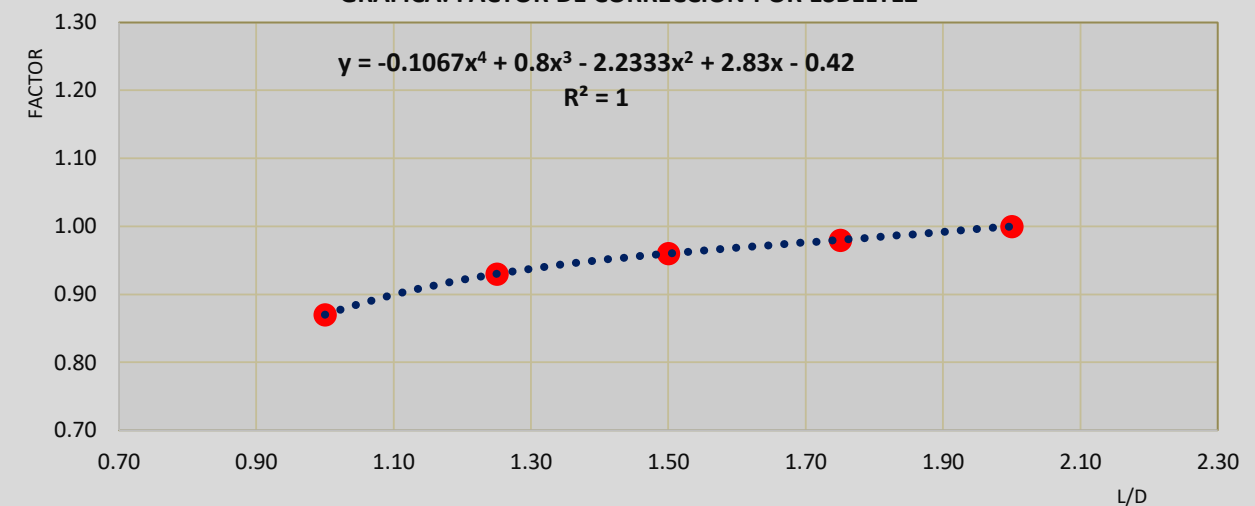
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

### ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ







# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 1.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

#### CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	47.32 kgf/cm <sup>2</sup>
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	9.46 kgf/cm <sup>2</sup>
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

#### MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	184.80 kgf/cm <sup>2</sup>
Mediana, (Me)	185.28 kgf/cm <sup>2</sup>
Moda, (Mo)	184.94 kgf/cm <sup>2</sup>
Varianza, ( $\sigma^2$ )	121.81
Desviación Estandar, ( $\sigma$ )	11.04 kgf/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación, (C.V.)	5.97 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.1304
Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$	

#### FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

#### TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[ 159.25	168.71 >	163.98	2	0.1333	2	327.96	866.78
2	[ 168.71	178.18 >	173.45	1	0.0667	3	173.45	128.91
3	[ 178.18	187.64 >	182.91	6	0.4000	9	1097.46	21.43
4	[ 187.64	197.11 >	192.37	4	0.2667	13	769.50	229.46
5	[ 197.11	206.57 ]	201.84	2	0.1333	15	403.68	580.59
Σ=				15	1		2772.04	1827.17

#### Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra

K = Nº Intervalos

Li = Límite Inferior

Ls = Límite Superior

xi = Marca de Clase

fi = Frecuencia Absoluta

fr = Relativa

F = Frecuencia Absoluta Acumulada



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

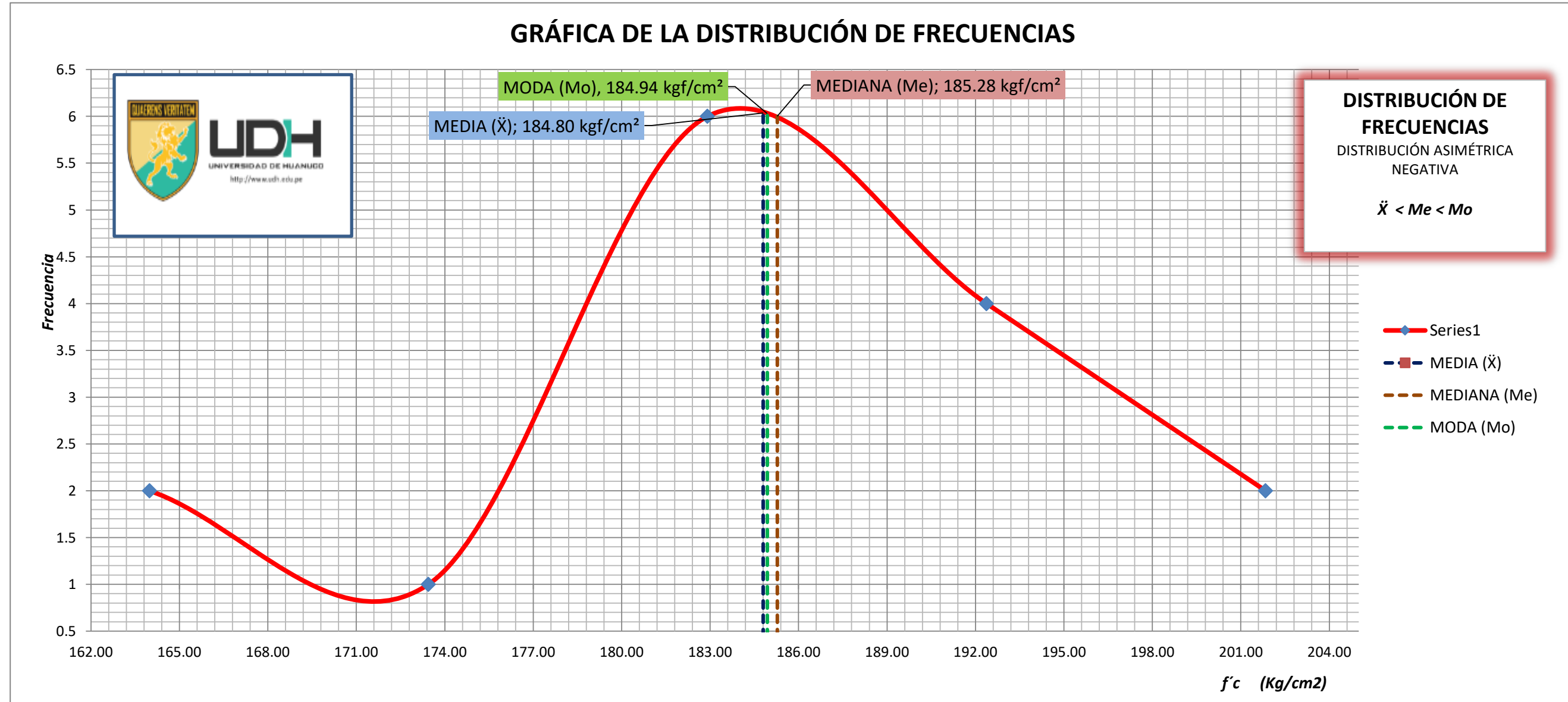
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº UNIDAD	Esfuerzo Absoluto $f'c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )		DISTRIBUCIÓN NORMAL
U - 02	1	159.25	0.002380
U - 05	2	165.42	0.007497
U - 01	3	175.70	0.025342
U - 12	4	180.03	0.032654
U - 09	5	182.64	0.035320
U - 03	6	182.94	0.035512
U - 14	7	183.37	0.035744
U - 13	8	186.92	0.035594
U - 06	9	187.61	0.035140
U - 10	10	192.01	0.029539
U - 11	11	193.67	0.026547
U - 08	12	195.41	0.023167
U - 07	13	195.84	0.022315
U - 15	14	198.21	0.017662
U - 04	15	206.57	0.005358

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1- $\alpha$ )		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN ( $\alpha$ )		5 %
ZONA DE RECHAZO	$\alpha/2$	2.5 %
	Z+ CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO ( 2.5 % )	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR		5.59 kgf/cm <sup>2</sup>
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL ( $\mu$ )	LÍMITE SUPERIOR	190.59 kgf/cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	179.41 kgf/cm <sup>2</sup>
	<b>179.41 kgf/cm<sup>2</sup> <math>\leq \mu \leq</math> 190.59 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b> <i>Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 unidades (ladrillos) va a estar dentro del intervalo que va desde 179.4 kgf/cm<sup>2</sup> a 190.59 kgf/cm<sup>2</sup>.</i>		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



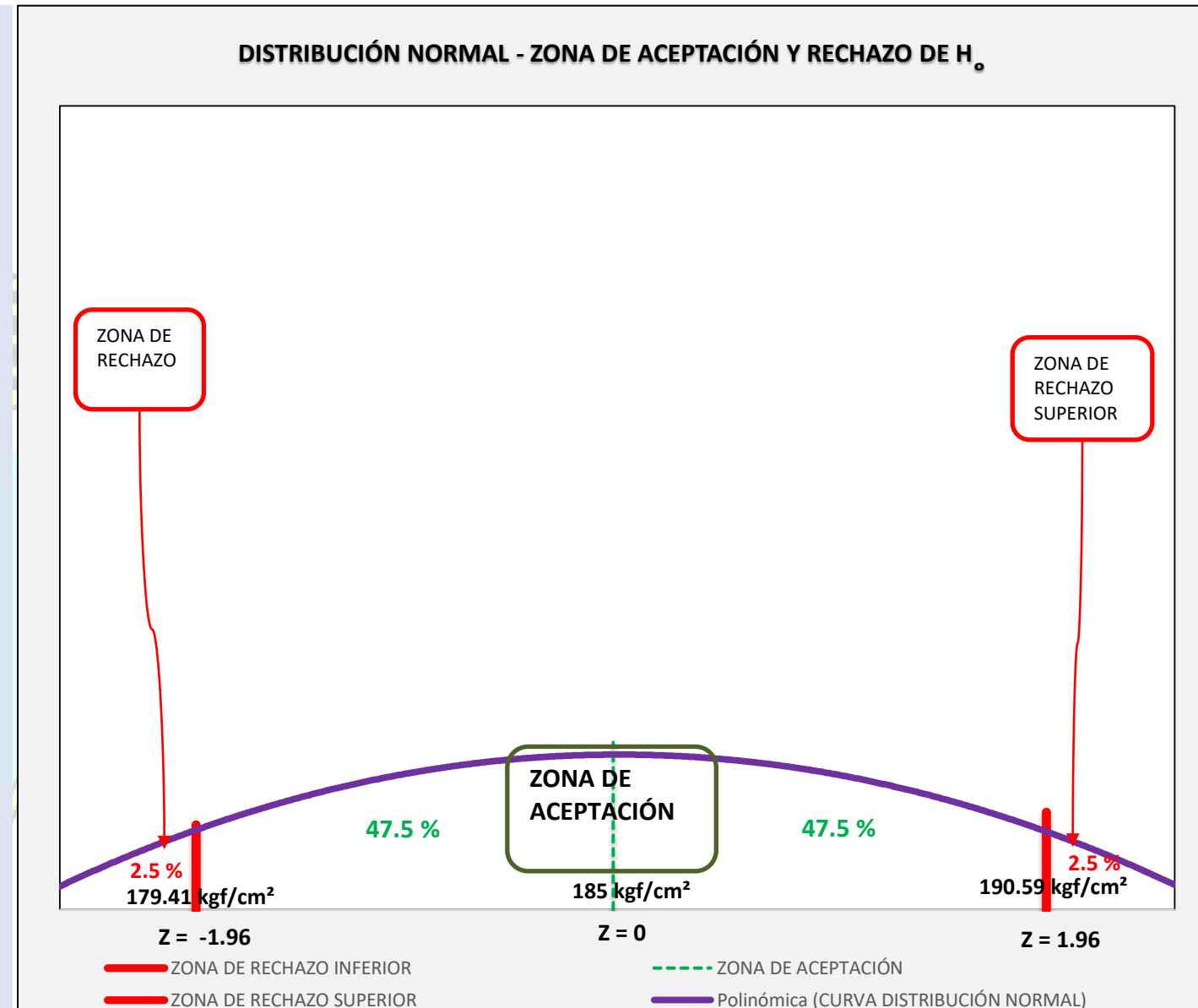
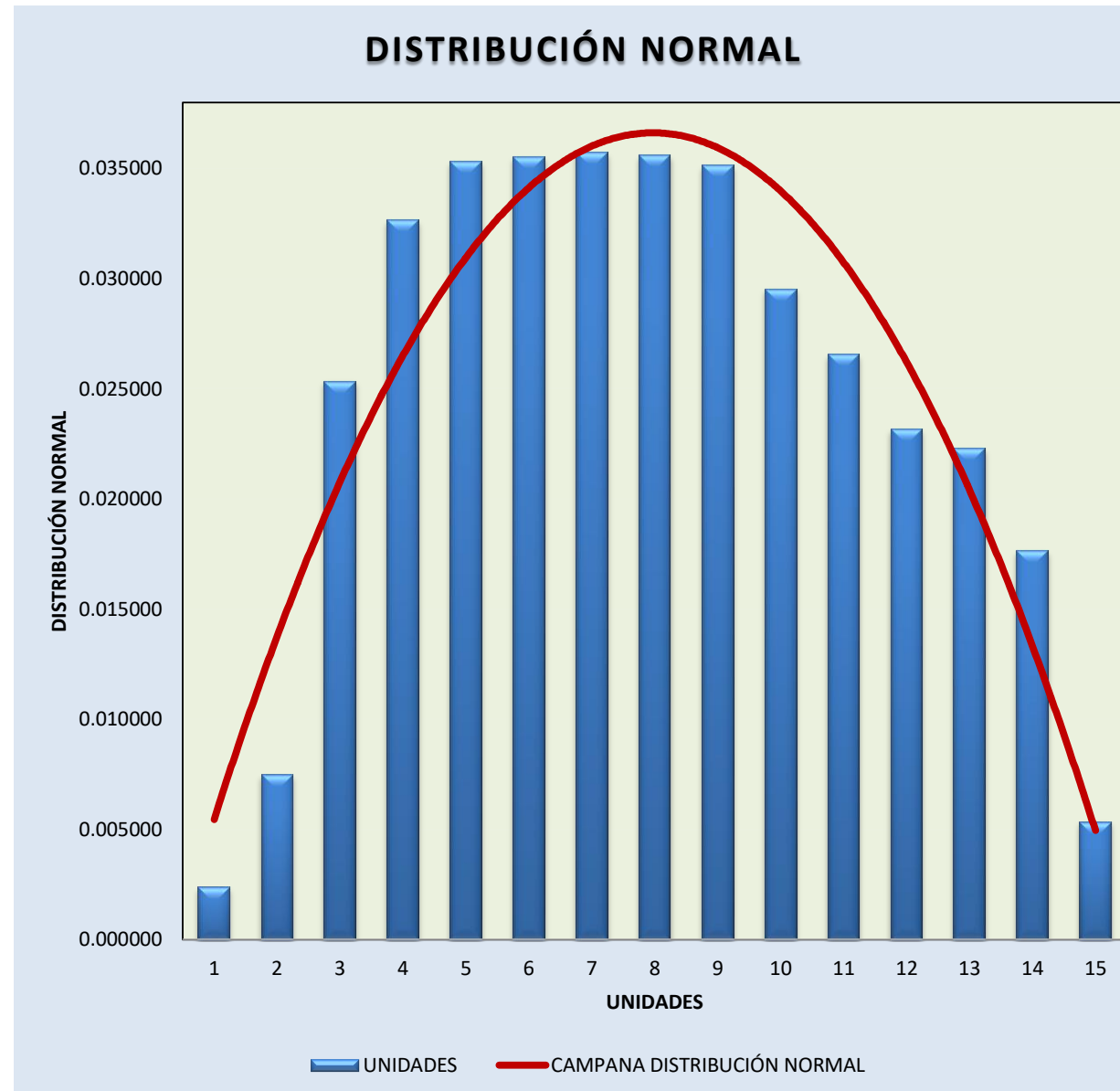
# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 4.4.1.- GRÁFICOS





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



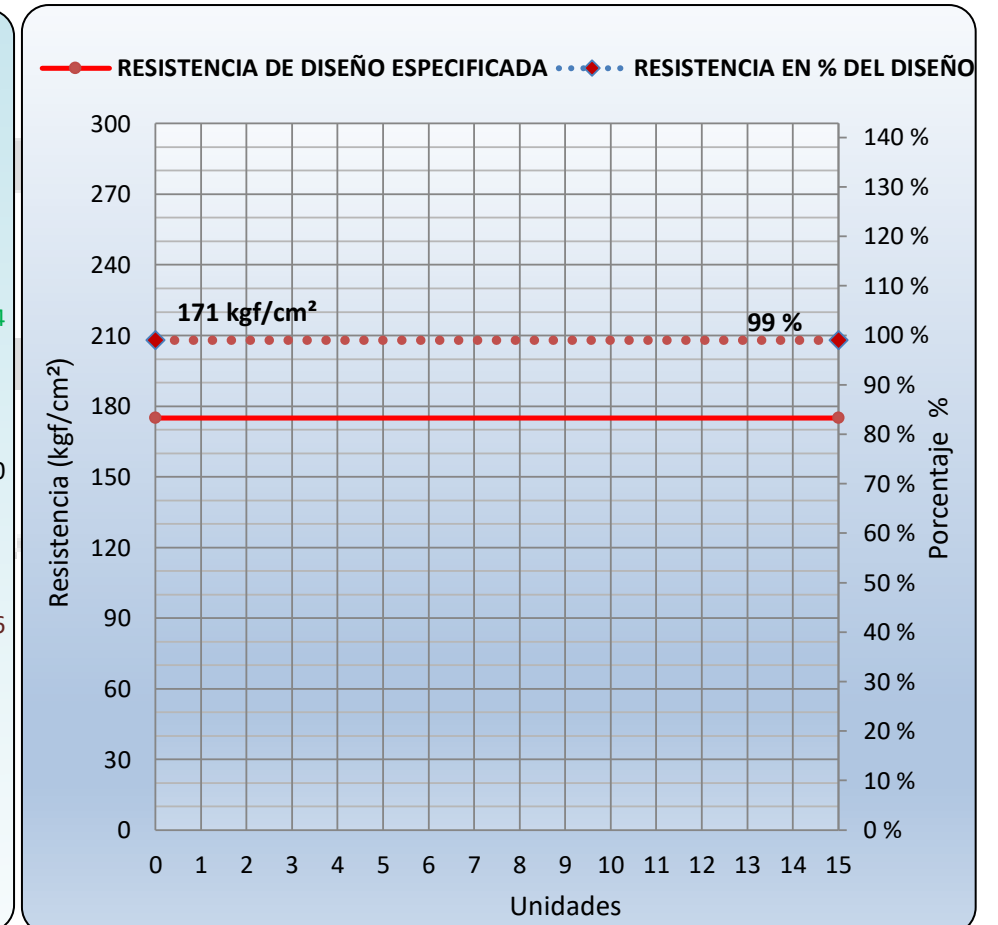
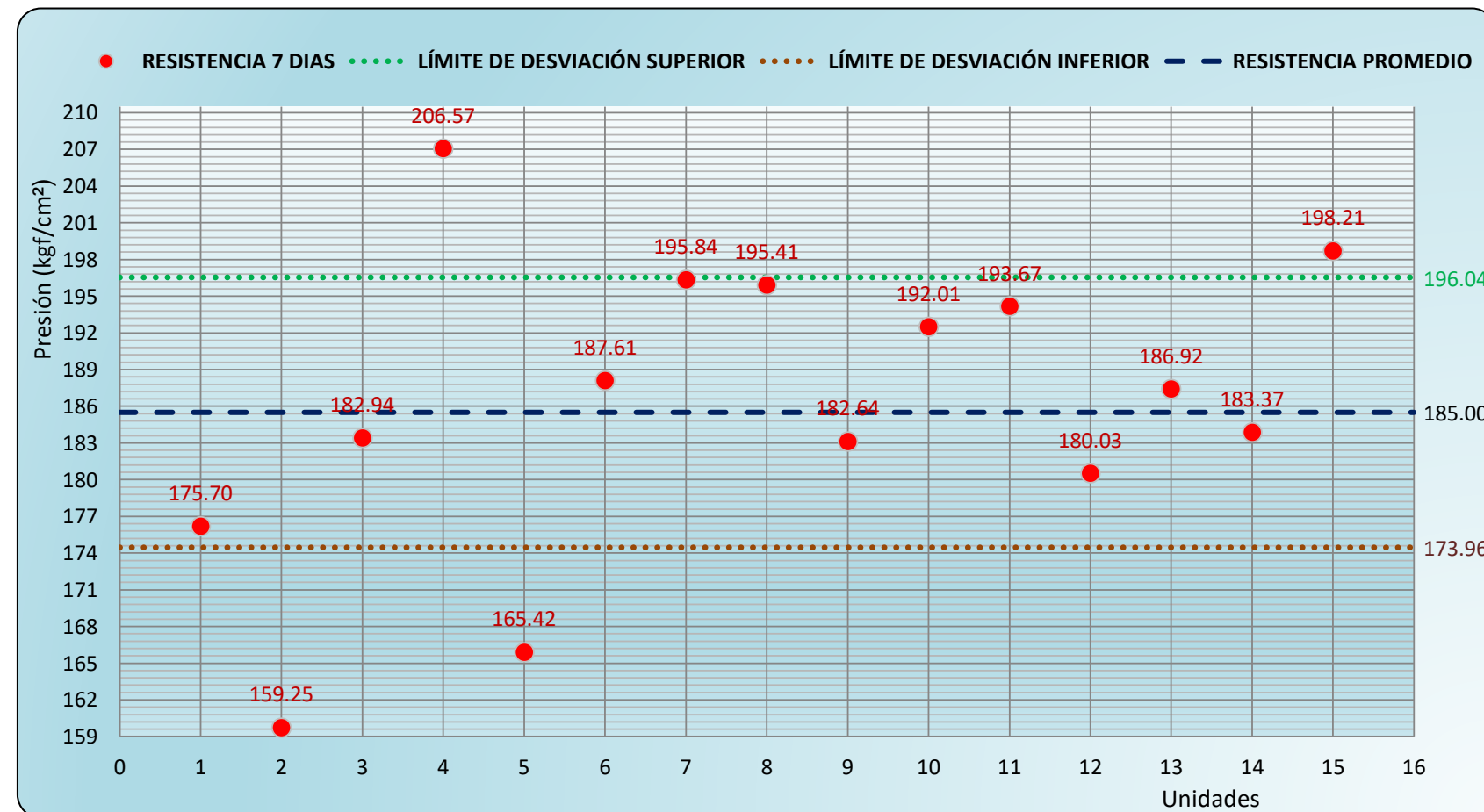
## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

### 5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	185 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estandar, $\sigma$	11.04 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	174 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	5.97 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'_c=175$ kgf/cm <sup>2</sup> )	99 %

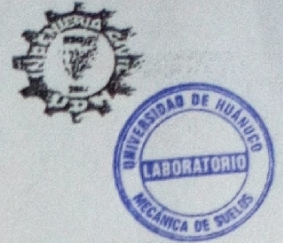
### CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 unidades o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 13.65 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	No Cumple	Cumple





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y TOPOGRAFIA  
"FORMATO DE TESIS"



Autorización No.:

RESISTA: ALEX ELI ARANDA MARRASO

ENSAYO: CUARTEO

TEMA:

EFFECTO DE LA SUSTITUCION DEL 10% DEL CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO AL 10% EN LA RESISTENCIA DE UN LADRILLO DE CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup>.

HORA INICIO:

HORA FINAL:

Nº	TIPO DE ENSAYO	EST. O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
1			
2			
3			
COSTO TOTAL			

Nº	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES
1	LUCHARON, PALA	
2	TAZOÑ	
3	COSTALES, ESCOBA	
4		
5		
6		

ACTIVIDADES

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

SE PROCEDE A ECHAR EL MATERIAL AL PISO, LUEGO SE FORMA UNA RUMA DE AGREGADO Y SE EXTIENDE CON UNA PALA HASTA DARLE UNA BASE RECTANGULAR DE ESPESOR UNIFORME. SE DIVIDIE EL MATERIAL EN CUATRO PARTES IGUALES, SE TOHA COMO MUESTRA RESPECTIVA DOS PARTES OPUESTOS QUE TENGAN CARACTERISTICAS SEMEJANTES DESECHANDO LAS OTRAS DOS.

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRACTICA:

FECHA:

Nº

SE 20:







Autorización Krc.:

RESISTA	Alex Eli Aranda Murrujo		
ENSAYO	Contenido de Humedad		
TEMA	Efecto de la sustitución del 10% del cemento por Vidrio Molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto 475 Kg/cm <sup>2</sup> .		HORA INICIO: HORA FINAL:
Nº	TIPO DE ENSAYO	EST. O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
1			
2			
3			
		COSTO TOTAL	
Nº	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES	
1	Balanza, horno, Caroteros,		
2	Bandejas, Guantes, Espátula		
3			
4			
5			
6			
7			
8			
ACTIVIDADES			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES			
Se procede a seleccionar el Material para el ensayo, para luego ser pesados tomar los datos y luego ponerlos al horno a 110°C y también tomar los datos ya cancel material seco y obtener la humedad de la muestra.			
OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRÁCTICA:			
FECHA: _____ DE _____ DE 20__			



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA  
"FORMATO DE TESIS"



Autorización Nro.:

TESISTA	Alex Eli Aranda Murrujo		
ENSAYO	Granulometría		
TEMA	Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto 145 kg/cm <sup>2</sup>		<div>HORA INICIO:</div> <div>HORA FINAL:</div>

Nº	TIPO DE ENSAYO	EST. O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
COSTO TOTAL			

Nº	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES
	Tamices, Lucharon, Corolefas	
	Cepillo metálico, balanza	

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
	<p>Seleccionamos el Material, así como bien ya realizado el lavado, seguidamente a este material se procede al pesado y sucesivamente al secado por 24 horas o métodos mecánicos teniendo en cuenta las temperaturas para no llegar a la fracturación de los materiales, luego de este proceso se pesa el material y se inicia el tamizado para el análisis granulométrico según el uso.</p> <p>Los mallas utilizadas son: 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100.</p>

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRÁCTICA:

FECHA: \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DE 20\_\_







Autorización No.:

TESISTA

Alex Eli Prando Marrugo

ENSAYO

Pesos Volumétricos.

TEMA

Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 40% en la resistencia de un ladrillo de concreto de 175 Kg/cm<sup>2</sup>.

HORA INICIO:

HORA FINAL:

Nº

TIPO DE ENSAYO

EST. O INVESTIGADOR

COSTO AL MERCADO

COSTO TOTAL

Nº

EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR

OBSERVACIONES

Balanza, Cuchara, molde

Wincha, Aroletas, Taras

Varilla

ACTIVIDADES

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Primera se realizó el pesado del molde para después insertar el material hasta que este completamente lleno el molde, enrozarlo con la varilla el material quebrante, y seguidamente ser pesado con todo el molde y realizar los cálculos, por otra parte el peso volumétrico compactado se realiza todo con el mismo procedimiento anterior con la única variante de estar varillado el material al insertar el molde.

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRÁCTICA:

FECHA

DE

DE 201





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA  
"FORMATO DE TESIS"



Autorización hrs.:

TESISTA:

Alex Eli Aranda Marrujo

ENSAYO:

Densidad Relativa del Agregado fino

TEMA:

Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175 Kg/cm<sup>2</sup>

HORA INICIO:

HORA FINAL:

Nº

TIPO DE ENSAYO

EST O INVESTIGADOR

COSTO AL MERCADO

COSTO TOTAL

Nº

EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR

OBSERVACIONES

Balanza, fijas, horno

Cucharón, curulesas, Bundejas

Escoba

ACTIVIDADES

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Teniendo el Material lavado y seco, este se satura 24 horas  
Seguidamente se sumerge el material en el picnómetro hasta el límite  
establecido, se evita las burbujas de aire, para luego realizar los pesos  
y los cálculos respectivos.

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRÁCTICA:

FECHA:

Nº

DE





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA  
"FORMATO DE TESIS"



Autorización N.º:

TESISTA	Alex Eli Prunda Morrujo		
ENSAYO	Densidad Relativa del Agregado Grueso		
TEMA	Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto de 175 Kg/cm².		
	HORA INICIO		
	HORA FINAL		

Nº	TIPO DE ENSAYO	EST. O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
COSTO TOTAL			

Nº	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES
	Balanza, Culetas	
	Plumbré, Cochero, Alicate	

ACTIVIDADES

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Primeramente el Material es tamizado por el Tamiz N.º 4 y todo pasante se descarta, se realiza el lavado del Material y secado, seguidamente es sumergido 24 horas en agua. para luego secar superficialmente el material con una jarela para luego ser pesado, despues este mismo se inserta en una cesta y se sumerge en un recipiente en el agua, finalmente se seca y es pesado.

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRÁCTICA:

FECHA:

Nº:

SE:







Autorización No.:

TESISTA

Alex Eli Aranda Morúa

ENSAYO

PH del Agregado

TEMA:

Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio  
 Halido al 10% en la resistencia de un ladrillo de  
 concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup>.

HORA INICIO:

HORA FINAL:

Nº

TIPO DE ENSAYO

EST. O INVESTIGADOR

COSTO AL MERCADO

COSTO TOTAL

Nº

EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR

OBSERVACIONES

Balanza, maldes, probeta

papel indicador Universal (tiras)

Coralitos, cucharón

ACTIVIDADES

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Primeramente se preparan las muestras, mezclando la muestra representativa con  
 suficiente agua para formar una pasta. Cuando la muestra este completamente  
 húmeda, se sumerge o se aplica la tira de papel indicador Universal durante  
 pocos segundos en la muestra que se esta ensayando. Los líquidos viscosos o  
 coloreados, así como las suspensiones, se gatean en el papel y se comparan el  
 color del papel humedecido, el color de la escala que más se aproxime a la  
 coloración del papel humedecido, da directamente el Ph aproximado.

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRÁCTICA:

FECHA:

DÍ

DE 20:





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA  
"FORMATO DE TESIS"



Autorización No.:

TESISTA:	Alex Eli Aranda Marrujo	
ENSAYO:	Densidad Relativa del Cemento	
TEMA:	Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio Halido al 10% en la resistencia de un badrillo de concreto de 175 Kg/cm <sup>2</sup>	
	HORA INICIO:	
	HORA FINAL:	

Nº	TIPO DE ENSAYO	EST. O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCAD.
COSTO TOTAL			

Nº	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES
	Balanza, Taras, frías.	
	<del>gases</del> , Termómetro, hervidora	
	Tinas, Cemento, petróleo	

ACTIVIDADES	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES
	Primeramente se selecciona las muestras de cemento (64g) y seguidamente se inserta en las jialas que ya están con el petróleo hasta un punto en la parte baja del vello entre las marcas, el cemento previamente pesado se introduce en pequeñas proporciones con una espátula evitando que el cemento se adhiera al interior de las jialas sobre el líquido, ya todo el cemento introducido colocar el tapón de las jialas y girar suavemente en círculos de manera que libere el aire hasta que ya no suban burbujas a la superficie del líquido se sumergen en agua (baño María) controlando la temperatura y poder hacer los cálculos.

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRACTICA:

FECHA: \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DE 20\_\_





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA  
"FORMATO DE TESIS"



Autorización hora:

TESISTA		Alex Eli Aranda Morrujo	
ENSAYO		Tamizado del Vidrio Molido	
TEMA	Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto de 175 kg/cm <sup>2</sup>		
		HORA INICIO	
		HORA FINAL	
Nº	TIPO DE ENSAYO	EST O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
1			
2			
3			
		COSTO TOTAL	
Nº	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES	
1	Vidrio, Cazole, Las, Tamiz N° 200		
2	EPPs, balanza, guantes, cucharón.		
3			
4			
5			
6			
ACTIVIDADES			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES			
<p>Primeramente se selecciona el Material (vidrio Molido), toda actividad realizada con los respectivos EPP. La Muestra seleccionada se pasa por el tamiz N° 200, para obtener el vidrio molido.</p>			
OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRÁCTICA:			
<p>FECHA: _____ DE _____ DE 20__</p>			





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA  
"FORMATO DE TESIS"



Autorización N°: \_\_\_\_\_

TESISTA	Alex Eli Aranda Morúa		
ENSAYO	Densidad Relativa del Vidrio Molido pasado la Malla N°200		
TEMA	Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto de 175 kg/cm².		HORA INICIO: _____ HORA FINAL: _____

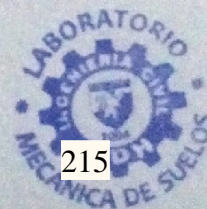
N°	TIPO DE ENSAYO	EST. O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
COSTO TOTAL			

N°	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES
	Balanza, frías, tozones, cucharón	
	papel bor, plumones	

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
	Primeramente se seleccionan las muestras del vidrio molido pasando la Malla N°200, luego del lavado y secado este seatura 24 horas, luego se insertan en las frías y cuidadosamente tratar de eliminar las burbujas hacia la superficie para realizar los pesos respectivos y los cubulos respectivos.

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRÁCTICA:

FECHA: \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA  
"FORMATO DE TESIS"



Autorización No.:

TESISTA	Alex Eli Aranda Morrujo		
ENSAYO	PH del Vidrio Molido		
TEMA	Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto de 175 Kg/cm <sup>2</sup>		
	HORA INICIO		
	HORA FINAL		

Nº	TIPO DE ENSAYO	EST O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
1			
2			
3			
		COSTO TOTAL	



LABORATORIO DE MEJORIAS DE SUELOS Y TOPOGRAFIA  
"FORMATO DE TESIS"



AUTORIZACION N°:

TESISTA: Alex Eli Aranda Marrujo

ENSAYO:

TEMA:

Prueba de la sustitución del 10% del cemento por Vidrio Molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de Concreto de 175 Kg/cm<sup>2</sup>.

HORA INICIO:

HORA FINAL:

N°	TIPO DE ENSAYO	EST. O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
1			
2			
3			
COSTO TOTAL			

N°	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES
1	Cucharón, Trompo, Tezants,	
2	Tinas, balanza, Correfolla	
3		
4		
5		
6		

ACTIVIDADES

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

Se acarrea los Materiales al área de Mezclado, mezclamos todos los materiales en la mezcladora. (tipo trompo), se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados en el tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme, luego se agrega agua y se continua mezclando durante 3 a 6 minutos.

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRACTICA:

FECHA: \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_





LABORATORIO DE MEJORIAS DE SUELOS Y TOPOGRAFIA  
"FORMATO DE TESIS"



Autorización N°:

TESISTA	Alex El Aranda Harrojo						
ENSAYO	Asentamiento del Concreto.						
TEMA	Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio tratado al 10% en la resistencia de un la drillo de concreto de 175 kg/cm <sup>2</sup> .		<table border="1"> <tr> <td>HORA INICIO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HORA FINAL</td> <td></td> </tr> </table>	HORA INICIO		HORA FINAL	
HORA INICIO							
HORA FINAL							

N°	TIPO DE ENSAYO	EST. O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
COSTO TOTAL			

N°	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES

ACTIVIDADES

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

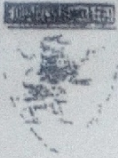
Primera mente se coloca una muestra del concreto fresco compactado y varillado en un molde de cono tronco (cono de abrams), el molde es elevado permitiendo al concreto desplazarse hacia abajo. La distancia entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se reporta como el asentamiento del concreto.

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRACTICA:

FECHA: \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DE 20\_\_







LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y TOPOGRAFIA  
"FORMATO DE TESIS"



Autorización Nro.:

TESISTA	Alex Eli Aranda Marrojo
ENSAYO	Peso Unitario y Rendimiento.
TEMA	Efecto de la sustitución del 10% del cemento por Vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto de $175 \text{ kg/cm}^2$
HORA INICIO	
HORA FINAL	

Nº	TIPO DE ENSAYO	EST O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
1			
2			
3			
COSTO TOTAL			

Nº	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES
1	Balanza, Varilla	
2	Reapiente Alinduro, placa de Enrasado	
3	Mozo de goma, Tazones, Ucharón	
4	Wincho.	
5		
6		
7		
8		

ACTIVIDADES

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

La muestra obtenida de la mezcladora o trompo de concreto fresco se coloca en el molde con medidas estandares, en tres capas de aprox. igual volumen compactamos cada capa penetrando 25 veces con la varilla en forma de espiral. La primera capa se compacta en todo su espesor, sin tocar el fondo así sucesivamente. Al terminar de compactar cada capa enrasamos el molde, retiramos el material sobrante en la ultima capa y determinamos la masa del molde mas el concreto. y así los calculos respectivos.

OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRACTICA:

FECHA DE: \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DE 20\_\_







Autorización No.:

TESISTA	Alex Eli Aranda Marrojo		
ENSAYO	Resistencia a la Compresión		
TEMA	Efecto de la sustitución del 10% del cemento por idio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto de 175 kg/cm <sup>2</sup> .		
		HORA INICIO:	
		HORA FINAL:	
Nº	TIPO DE ENSAYO	EST. O INVESTIGADOR	COSTO AL MERCADO
1			
2			
3			
		COSTO TOTAL	
Nº	EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES	
1	Wincha, balanza		
2	Maquina del Ensayo de Compresión		
3	Carretilla, escoba, franclas.		
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
ACTIVIDADES			
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES			
<p>Trasladamos las unidades a la maquina de ensayo, colocamos una placa de carga de la maquina de ensayo, limpiamos la superficie de apoyo de las placas inferior y superior y del espécimen del ensayo. Colocamos nuestra unidad en la placa inferior alineandolo con el centro de carga de la placa con asiento esférico, mientras se baja la placa superior. Aplicamos la carga a una velocidad constante y sin impacto así hasta que el espécimen falle y registramos la carga máxima soportada.</p>			
OBSERVACIONES POSTERIORES A LA PRACTICA:			
<p>FECHA: _____ DE _____ DE 20__</p>			